# Feuerlöschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen

## Planung und Einbau

***ENTWURF***

Vorgesehen als Ausgabe VdS 2381 : 2014-11 (05)

Dieser Richtlinienentwurf ist mit der Fachöffentlichkeit abgestimmt und kann ab sofort als Grundlage für Prüfungen und Zertifizierungen verwendet werden. Bis zum endgültigen Erscheinen der Richtlinien kann noch mit Änderungen gerechnet werden.

ENTWURF

ENTWURF

Herausgeber und Verlag:  VdS Schadenverhütung GmbH

Amsterdamer Str. 172-174
D-50735 Köln
Telefon: (0221) 77 66 0; Fax: (0221) 77 66 341

Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

# VdS-Richtlinien für Feuerlöschanlagen

# Feuerlöschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen

## Planung und Einbau

### *ENTWURF*

Vorgesehen als Ausgabe VdS 2381 : 2014-11 (05)

Dieser Richtlinienentwurf ist mit der Fachöffentlichkeit abgestimmt und kann ab sofort als Grundlage für Prüfungen und Zertifizierungen verwendet werden. Bis zum endgültigen Erscheinen der Richtlinien kann noch mit Änderungen gerechnet werden.

ENTWURF

### INHALT

**0 Vorwort ... 9**
0.1 Anwendung der VdS-Richtlinien ... 9
0.2 Klassifizierungssystem für Gaslöschanlagen ... 9
0.3 Inhalte der Richtlinien ... 10
**1 Allgemeines ... 10**
1.1 Anwendungsbereich ... 10
1.2 Ziele ... 12
1.3 Beschreibung ... 12
1.4 Wirksamkeit und Anwendung ... 12
1.5 Alarmorganisation ... 13
1.6 Anerkennung ... 13
1.6.1 VdS-anerkannte Errichter, Bauteile und Systeme ... 13
1.6.2 Fertigstellung ... 13
1.6.3 Regelmäßige Prüfung ... 13
1.7 Normative Verweisungen ... 14
**2 Definitionen ... 16**
**3 Vertragsplanung und Dokumentation ... 24**
3.1 Allgemeines ... 24
3.2 Grundsätzliche Überlegungen ... 25
3.3 Vorbereitungsstadium ... 25
3.4 Planungsstadium ... 25
3.4.1 Allgemeines ... 25
3.4.2 Darstellung und Auslegung ... 26
3.5 Beginn der Installationsarbeiten ... 28
3.5.1 Installationsattest ... 28

**4 Personenschutz ..... 28**
4.1 Allgemeines ..... 28
4.2 Betreiberpflichten ..... 28
4.2.1 Gefährdungsbereich ..... 29
4.2.2 Lüftungskonzept ..... 29
4.2.3 Bestimmungsgemäßes Zusammenwirken der Anlagentechnik ..... 29
4.2.4 Organisatorische Maßnahmen ..... 30
4.2.5 Bereithalten von Druckgasbehältern für Feuerlöschzwecke ..... 30
**5 Auslegung der Anlage ..... 31**
5.1 Einheiten ..... 31
5.2 Anlagentyp und bauliche Anforderungen ..... 31
5.2.1 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen ..... 32
5.3 Einsatzmenge ..... 32
5.3.1 Minimale Einsatzmenge ..... 32
5.3.2 Einsatzmenge mit Berücksichtigung der Raumoberfläche ..... 33
5.3.3 Maximale Einsatzmenge ..... 33
5.3.4 Korrektur der Löschgasdichte ..... 33
5.3.5 Zusätzliche Anforderungen ..... 34
5.4 Vorratsmenge ..... 36
5.5 Reservemenge ..... 36
5.6 Löschmittel-Bevorratung ..... 37
5.7 Feuerlöschanlagenzentrale ..... 37
5.8 Dimensionierung ..... 39
5.9 Flutungszeiten ..... 39
5.10 Haltezeit ..... 39
**6 Verteilungsrohrnetz ..... 40**
6.1 Rohrleitungen ..... 40
6.2 Rohrhalterungen ..... 44
6.3 Bereichsventile ..... 47
6.4 Düsen ..... 47
6.4.1 Zusätzliche Anforderungen für HFC227ea ..... 48
6.4.2 Zusätzliche Anforderungen für FK-5-1-12 ..... 48
6.5 Zertifizierung und Prüfung ..... 49
**7 Branderkennung ..... 50**
7.1 Kriterien zur Wahl der Branderkennungselemente ..... 50
7.2 Branderkennungselemente ..... 50
**8 Ansteuerung und Auslösung ..... 51**
8.1 Verzögerungseinrichtung ..... 51
8.2 Manuelle Auslösung ..... 51
8.3 Blockiereinrichtung ..... 52
8.4 Alarmierung ..... 52
8.5 Elektrisches Leitungsnetz ..... 53
8.6 Pneumatische Steuerleitungen ..... 53
8.7 Steuerflasche ..... 54
8.8 Betriebsmittelabschaltung ..... 54
8.9 Energieversorgung für elektrisch gesteuerte Anlagen ..... 54
**9 Erstprüfung und wiederkehrende Prüfung ..... 54**
9.1 Vollflutung ..... 55
9.2 Teilflutung ..... 55
9.3 Dichtigkeit der Umfassungsfläche ..... 55
9.4 Explosionsfähige Atmosphäre ..... 56

ENTWURF

**10 Erhaltung der Betriebsbereitschaft ... 56**
10.1 Allgemeines ... 56
10.2 Einweisung und Ausbildung des Personals ... 56
10.3 Überprüfungen ... 57
10.3.1 Tägliche Überprüfungen ... 57
10.3.2 Wöchentliche Überprüfungen ... 57
10.3.3 Monatliche Überprüfungen ... 57
10.4 Betriebsbuch ... 58
10.5 Änderungen ... 58
10.6 Außerbetriebsetzung ... 58
10.7 Instandhaltung ... 58
**11 Überwachung von Löschanlagen ... 59**
11.1 Allgemeines ... 59
11.2 Absperr-, Auslöse- und Verteilereinrichtungen ... 59
11.3 Löschmittelmenge ... 59
11.4 Elektrische Leitungen ... 60
11.5 Elektrisch betriebene Bauteile der Löschanlage ... 60
11.6 Melde- und Steuergruppen ... 60
11.6.1 Störungsmeldegruppe ... 60
11.6.2 Überwachung von Blockiereinrichtungen ... 60
11.6.3 Steuergruppen ... 60
11.7 Zentrale ... 61
11.8 Anzeige von Störungen und Blockierungen ... 61
11.9 Energieversorgung des Überwachungssystems ... 61
11.10 Anforderungen an Bauteile von Überwachungseinrichtungen ... 61
**Anhang A Schutz von Bereichen besonderer Art und Nutzungen ... 63**
A.1 Schutzkonzept für den anlagentechnischen Brandschutz von Räumen mit Einrichtungen der Informationstechnik ... 63
A.1.1 Anwendungsbereich ... 63
A.1.2 Normative Verweisungen ... 63
A.1.3 Allgemeines ... 63
A.1.4 Schutzziel ... 65
A.1.5 Anforderungen ... 65
A.1.6 Personenschutz ... 71
**Anhang B Eigenschaften der Löschgase ... 72**
B.1 Reinheitsanforderungen ... 72
B.2 Physikalische Eigenschaften und zur Toxizität ... 72
**Anhang C Lösch- und Auslegungskonzentrationen ... 74**
C.1 Gesamtübersicht ... 74
C.2 HFC227ea ... 75
C.3 FK-5-1-12 ... 76
**Anhang D Blockdiagramm für Löschgas-Systeme ... 78**
**Anhang E Bauteile, Systeme und Berechnungsmethode ... 79**
E.1 Bauteile ... 79
E.2 Systeme ... 79
E.3 Berechnungsmethode ... 79

ENTWURF

**Anhang F Prüfverfahren zur Bestimmung der Löschkonzentrationen für brennbare Flüssigkeiten und Gase mittels Cup-Burner ..... 80**
F.1 Grundlagen ..... 80
F.2 Die Apparatur ..... 80
F.3 Prüfverfahren für brennbare Flüssigkeiten ..... 80
F.4 Prüfverfahren für brennbare Gase ..... 81
F.5 Berechnung der Auslegungskonzentration ..... 81
**Anhang G Prüfverfahren zur Bestimmung der Löschkonzentrationen mittels Raumbrandversuchen ..... 83**
G.1 Allgemeines ..... 83
G.2 Löschanlage ..... 83
G.3 Prüfraum ..... 84
G.4 Löschkonzentration ..... 84
G.5 Kaltversuch ..... 84
G.6 Messeinrichtungen ..... 85
G.6.1 Anforderungen ..... 85
G.6.2 Messung der Sauerstoffkonzentrationen ..... 86
G.6.3 Düsendruck ..... 86
G.6.4 Raumtemperatur ..... 86
G.6.5 Temperatur an der Düse ..... 86
G.6.6 Video/Beobachtungen ..... 86
G.6.7 Messung der Löschkonzentration ..... 86
G.6.8 Löschmittelmenge ..... 87
G.6.9 Atmosphärischer Druck ..... 87
G.6.10 Positionierung ..... 88
G.7 Aufzeichnung von Daten ..... 89
G.8 Dokumentation ..... 89
G.9 Holzstoßversuch ..... 90
G.9.1 Zündquelle ..... 90
G.9.2 Beschreibung des Brandobjektes ..... 91
G.9.3 Prüfmethode ..... 92
G.9.4 Bestimmung der Auslegungskonzentration des Löschmittels ..... 92
G.9.5 Aufzeichnung von Daten ..... 93
G.9.6 Dokumentation ..... 93
G.10 Heptan-Wannen-Versuch ..... 93
G.10.1 Zündquelle ..... 93
G.10.2 Beschreibung des Brandobjektes ..... 93
G.10.3 Prüfmethode ..... 94
G.10.4 Bestimmung der Auslegungskonzentration des Löschmittels ..... 94
G.10.5 Aufzeichnung von Daten ..... 94
G.10.6 Dokumentation ..... 94
G.11 Kunststoffplatten-Versuche ..... 95
G.11.1 Zündquelle ..... 95
G.11.2 Beschreibung des Brandobjektes ..... 95
G.11.3 Prüfmethode ..... 97
G.11.4 Bestimmung der Auslegungskonzentration des Löschmittels ..... 97
G.11.5 Aufzeichnung von Daten ..... 98
G.11.6 Dokumentation ..... 98

ENTWURF

**Anhang H Bauliche Abtrennung der Umfassung ... 99**
H.1 Beispiel ... 99
H.2 Zulässige Ausnahmen beim Schutzziel 1 ... 100
H.3 Hinweise zur Auswahl des Schutzziels und zu Umfassungen ... 100
**Anhang I Hydraulische Rohrnetzberechnung ... 102**
I.1 Allgemeines ... 102
I.2 Druckabfall längs der Rohrleitungen ... 102
I.3 Lokaler Phasenübergang ... 102
I.4 Arbeitsdruck im Behälter ... 103
I.5 Allgemeiner Düsendruckabfall-Ansatz ... 103
**Anhang J Druckentlastungsöffnungen für die Umfassung von Flutungsbereichen ... 106**
J.1 Gleichung für die Berechnung von Druckentlastungsöffnungen ... 106
J.2 Herleitung ... 106
**Anhang K Anforderungen an Druckentlastungseinrichtungen ... 109**
K.1 Grundsätzliche Anforderungen an Druckentlastungseinrichtungen ... 109
K.2 Antriebsarten und Bauformen von Druckentlastungseinrichtungen ... 110
K.2.1 Von Fremdenergie unabhängige Druckentlastungseinrichtung ... 110
K.2.2 Von Fremdenergie abhängige Druckentlastungseinrichtungen ... 110
K.3 Anforderungen an die bautechnische Beschaffenheit von Druckentlastungseinrichtungen ... 111
K.3.1 Brandschutztechnische Anforderungen ... 111
K.3.2 Anforderungen an die bauliche Ausführung von Kanälen zur Druckentlastung 111
K.4 Berechnungsverfahren für Druckentlastungseinrichtungen ... 111
K.4.1 Druckentlastung direkt ins Freie ... 111
K.4.2 Druckentlastung über Kanäle ... 111
K.4.3 Druckentlastung über Sekundärräume ... 112
**Anhang L Door-Fan-Prüfmethode zur Bestimmung der Haltezeit ... 114**
L.1 Anwendungsbereich ... 114
L.2 Prüfverfahren zur Bestimmung der Haltezeit ... 114
L.2.1 Prinzip ... 114
L.2.2 Prüfeinrichtung ... 115
L.2.3 Kalibrierung und Genauigkeit der Geräte ... 115
L.2.4 Vorbereitung ... 115
L.2.5 Bewertung des Prüfraumes ... 116
L.2.6 Messung des Prüfraumes ... 117
L.2.7 Prüfverfahren ... 117
L.2.8 Berechnung ... 121
L.3 Behandlung von Prüfräumen mit theoretischen Haltezeiten unterhalb der erforderlichen Werte ... 126
L.3.1 Allgemeines ... 126
L.3.2 Leckageflächen ... 126
L.3.3 Abdichtung des Prüfraumes ... 126
L.3.4 Erfassung und Lokalisierung der Leckagen ... 126
L.3.5 Endgültige Berechnung der Haltezeit ... 127
L.4 Bericht ... 128
**Anhang M Anforderungen der Baustoff- und Feuerwiderstandsklassen und ihre Zuordnung nach DIN 4102 und DIN EN 13501 ... 129**
M.1 Grundsätze ... 129
M.2 Brennbarkeit der Baustoffe ... 129
M.3 Feuerwiderstand von Bauteilen ... 131

ENTWURF

**Anhang N Ausblasbescheinigung ..... 135**
**Anhang O Muster Einweisungsbescheinigung ..... 136**
**Anhang P Muster Übergabe- und/oder Abnahmebescheinigung..... 138**
**Anhang Q Modell zur Berechnung der Verdampfungslänge ..... 140**
**Tabellenverzeichnis ..... 142**
**Abbildungsverzeichnis ..... 143**
**Indexverzeichnis ..... 144**

ENTWURF

# 0 Vorwort

Die vorliegenden VdS-Richtlinien für automatische Gaslöschanlagen – Planung und Einbau – sind nur verbindlich, sofern ihre Verwendung im Einzelfall zwischen VdS und ihren Kunden vereinbart wird. Ansonsten ist die Berücksichtigung dieser Richtlinie unverbindlich; die Vereinbarung zur Verwendung der Richtlinie ist rein fakultativ. Dritte können im Einzelfall auch andere Sicherheitsvorkehrungen oder Installateur- oder Instandhaltungsunternehmen zu nach eigenem Ermessen festgelegten Konditionen akzeptieren, die diesen technischen Spezifikationen nicht entsprechen.

## 0.1 Anwendung der VdS-Richtlinien

Die vorliegenden Richtlinien ersetzen die Ausgabe VdS 2381 : 2009-06 (4) und sind für Anlagen, die ab dem 01.04.2015 in Auftrag genommen werden, anzuwenden.

Das Fehlen von Anforderungen in den Richtlinien berechtigt nicht zu Festlegungen ohne vorherige Zustimmung von VdS.

Bei der Errichtung von Gaslöschanlagen sind außer diesen Richtlinien auch die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zu berücksichtigen.

Explizite Neuerungen oder umfassende Neuerungen innerhalb eines Abschnitts sind wie folgt markiert:

- Beispiel einer expliziten Neuerung:

Aus brandschutztechnischer Sicht müssen alle Energiequellen/Betriebsmittel stromlos geschaltet werden um die mögliche Brandquelle zu eliminieren und/oder eine Rückzündung zu verhindern.

- Beispiel einer umfassenden Neuerung innerhalb eines Abschnitts:

# 4 Personenschutz

Weder strukturelle Änderungen, noch sinngemäß textliche Anpassungen sind gekennzeichnet.

ENTWURF

## 0.2 Klassifizierungssystem für Gaslöschanlagen

Mit Veröffentlichung dieser Richtlinien wird eine Klassifizierung von Gaslöschanlagen eingeführt. Es wird nach zwei Klassen unterschiedlicher Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit unterschieden. Klasse 1 umfasst Anlagen mit sehr hoher Verfügbarkeit und Klasse 2 mit hoher Verfügbarkeit, die dem festgelegten Schutzziel dieser Richtlinien entsprechen. Der wesentliche Unterschied zwischen den Gaslöschanlagen der Klasse 1 und Klasse 2 ist die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit.

Zur Festlegung des notwendigen Schutzniveaus für geplante Gaslöschanlagen sollte im Planungsstadium eine Analyse gemeinsam mit den zuständigen Stellen durchgeführt werden.

Diese Klassifizierung gibt dem Betreiber in bestimmten Grenzen und je nach Klasse eine Wahlmöglichkeit zwischen Anlagen mit unterschiedlicher Verfügbarkeit und den daraus resultierenden Vorteilen, wie Bewertung und Anerkennung durch VdS.

## 0.3 Inhalte der Richtlinien

Die Richtlinien sind derart aufgebaut, dass im Falle einer Klassifizierung zum entsprechenden Richtlinienpunkt alle Anforderungen an die Gaslöschanlagen der Klasse 1 und Klasse 2 und deren einzelne Bestandteile sowie Anforderungen an die zu schützenden Gebäude, Räume oder Einrichtungen aufgeführt sind.

Die Anforderungen, die zur Realisierung einer Gaslöschanlage der Klasse 1 zu erfüllen sind, wurden jeweils besonders kenntlich gemacht. Diese Anforderungen betreffen Maßnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Gaslöschanlagen.

Beispiel:

| **Anforderungen** | |
|---|---|
| Klasse 1 | Löschanlagen müssen über eine mechanische Blockiereinrichtung verfügen |
| Klasse 2 | Wenn es betriebsbedingt notwendig ist kann, bei Anlagen des Schutzziels 4, neben der mechanischen zusätzlich eine elektrische Blockiereinrichtung installiert werden.<br>Beispiel: Türkontaktschalter (Endlagenschalter) an einer Bearbeitungsmaschine. |

Wird in einer Bauauflage eine Feuerlöschanlage gefordert, erfüllen Anlagen mit dem Schutzziel 3-4 (Siehe Tabelle H.1) die Anforderungen nicht.

Abweichungen zu den in diesen Richtlinien getroffenen Anforderungen sind zulässig, wenn die gleiche Sicherheit des zutreffenden Schutzes auf andere Weise gewährleistet ist und durch VdS bestätigt wird.

ENTWURF

# 1 Allgemeines

## 1.1 Anwendungsbereich

In diesen Richtlinien sind die Anforderungen an die Planung, den Einbau und die Instandhaltung von ortsfesten Feuerlöschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen als Löschgas (im Folgenden Löschanlage) in Gebäuden und in industriellen Produktionsstätten sowie für Erweiterungen und Änderungen bestehender Anlagen festgelegt.

Die Anforderungen und Empfehlungen dieser Richtlinien gelten auch für jede Ergänzung, Erweiterung, Instandsetzung, Instandhaltung oder sonstige Veränderung von Gaslöschanlagen.

In diesen Richtlinien sind die Anforderungen für bestimmte Löschgase ausgeführt, die als Gas gelagert werden und ausströmen, siehe Tabelle 1.1. Die Auswahl der von diesen Richtlinien behandelten Löschgase kann in der Zukunft noch erweitert werden.

| Löschgas | Zusammensetzung | Handelsname (Beispiel) | Weitere Informationen |
|---|---|---|---|
| HFC227ea | Heptaflourpropan CF3CHFCF3 | FM200 | Anhang A und Anhang C |
| FK-5-1-12 | Dodekafluoro-2-methylpentan-3-one CF3CF2C(O)CF(CF3)2 | Novec1230 | |
| HFC227ea | Heptaflourpropan $CF_3CHFCF_3$ | FM200 | Anhang A und Anhang C |
| FK-5-1-12 | Dodekafluoro-2-methylpentan-3-one $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$ | Novec1230[1] | |

**Tabelle 1.1:** Löschgase

Diese Richtlinien enthalten Bestimmungen für die eigentliche Löschanlage und deren einzelne Bestandteile sowie Anforderungen an die zu schützenden Gebäude und Einrichtungen. Diese Richtlinien entsprechen dem heutigen Stand der Technik.

Diese Richtlinien gelten für Risiken,

- die in Anhang C aufgeführt und für die Auslegungskonzentrationen festgelegt sind,
- für die die Auslegungskonzentration nach Anhang C bestimmt ist,
- deren Auslegungskonzentration durch anerkannte Prüfverfahren ermittelt wurde und Mengenbemessungen sowie ein Antrag auf Ausnahmegenehmigung mit VdS abgestimmt worden sind.

Wenn Löschgase zum Schutz anderer als der unter Anhang C aufgeführten Risiken eingesetzt werden, so dürfen sie nicht bei Bränden mit der Beteiligung folgender Stoffe eingesetzt werden:

- Chemikalien, die Sauerstoff abgeben können, z. B. Zellulosenitrat,
- Oxidationsmittel enthaltende Gemische, z. B. Natriumchlorat,
- Chemikalien, die sich selbst thermisch zersetzen können, z. B. organische Peroxide,
- reaktionsfreudige Metalle, z. B. Natrium, Kalium,
- feste Stoffe, in denen Brände schnell tief sitzend werden können
- Einrichtungen, bei denen aus betrieblichen Gründen heiße Oberflächen (mit Temperaturen über 150 °C) vorhanden sind.

ENTWURF

Für Sonderanwendungen ist Rücksprache mit der Technischen Prüfstelle von VdS zu halten.

Diese Richtlinien gelten **nicht** für Anlagen zum Schutz von offenen oder teilumschlossenen Einrichtungen[2] sowie Explosionsunterdrückungs- und Inertisierungsanlagen (siehe auch Abschnitt 5.2).

Diese Richtlinien legen Mindestanforderungen fest.

[1] 3M™ Novec™ 1230 Fire Protection Fluid

[2] Für den Schutz von elektrischen und elektronischen Einrichtungen sind die entsprechenden VdS-Richtlinien (VdS 2304) anzuwenden.

In diesen Richtlinien bedeuten:

- „muss“ eine verbindliche Forderung
- „sollte“ eine Empfehlung.

## 1.2 Ziele

Löschanlagen haben die Aufgabe, Brände in der Entstehungsphase zu löschen. Es kann notwendig sein, die Löschgaskonzentration so lange aufrechtzuerhalten, bis die Gefahr einer Rückzündung nicht mehr gegeben ist.

Die Planung, der Einbau und die Prüfung der Anlage müssen auf einer genauen Kenntnis des Schutzbereichs, seiner Nutzung und der notwendigen Maßnahmen zum Personenschutz basieren.

Es ist wichtig, die Brandschutzvorkehrungen des Risikos als Ganzes zu betrachten. Eine Löschanlage kann nur als Teil eines Brandschutzkonzeptes in Kombination mit anderen Brandschutzmaßnahmen gelten.

## 1.3 Beschreibung

Das Blockschaltbild in Anhang D beschreibt die funktionelle Beziehung zwischen den Bauteilen, die in der Anlage vorhanden sein müssen oder können.

Eine Löschanlage besteht im Wesentlichen aus Löschgas-Behältern, Ventilen, einem fest verlegten Rohrleitungsnetz mit im Schutzbereich zweckmäßig verteilten Düsen sowie Einrichtungen zur Branderkennung, Alarmierung, Ansteuerung und Auslösung.

Das Löschgas wird in Druckbehältern bei Raumtemperatur bevorratet.

Die Löschanlage wird durch automatische oder manuelle Brandmeldung angesteuert. Dies kann durch anerkannte Systeme oder Einrichtungen erreicht werden, die das Vorhandensein von Wärme, Flammen oder Rauch im Schutzbereich erkennen, anzeigen und an eine Steuereinrichtung weiterleiten können.

Löschanlagen im Sinne dieser Richtlinie müssen automatisch und manuell ausgelöst werden können.

Die Steuereinrichtung aktiviert die Alarmmittel, wenn nötig die Verzögerungseinrichtung, sowie die Auslöseeinrichtung der Behälterventile und – falls vorhanden – der Bereichsventile.

Die automatische Ansteuerung und Auslösung kann mittels mechanischer, pneumatischer oder elektrischer Systeme bzw. der Kombination vorgenannter Möglichkeiten vorgenommen werden.

Die Löschanlage kann mit automatischen Einrichtungen ausgerüstet sein, um Maschinen abzuschalten, Brandschutztüren und andere Einrichtungen mit dem Ziel zu schließen, die erforderliche Löschgaskonzentration aufbauen und halten zu können.

## 1.4 Wirksamkeit und Anwendung

Nach erfolgreicher Löschung kann es notwendig sein, zur Vermeidung von Rückzündungen die Löschgaskonzentration aufrechtzuerhalten, bis sich heiße Oberflächen hinreichend abgekühlt haben.

ENTWURF

Löschanlagen verfügen über beschränkte Löschmittelvorräte. Selbst die nach dem ersten Einsatz noch vorhandene Löschmittelmenge für ein eventuelles Nachlöschen kann im Regelfall nur von Hand freigegeben werden. Deshalb müssen solche Anlagen, wenn sie erfolgreich sein sollen, eine sofortige und endgültige Löschwirkung haben.

## 1.5 Alarmorganisation

Vorzusehen ist eine effektive Alarmorganisation zur:

- Alarmierung zuständiger Personen,
- Alarmierung der Feuerwehr,
- Einleitung anderer geforderter Maßnahmen.

Siehe auch Abschnitt 8.4.

## 1.6 Anerkennung

### 1.6.1 VdS-anerkannte Errichter, Bauteile und Systeme

Die von VdS anerkannten Errichterfirmen sind im Verzeichnis VdS 2490 aufgeführt.

Gaslöschanlagen sind in Übereinstimmung mit diesen Richtlinien von VdS-anerkannten Errichtern unter Verwendung VdS-anerkannter Bauteile, Systeme (Siehe Anhang E) und Verfahren für die Dimensionierung der Rohrleitungen und Druckentlastungseinrichtungen (Siehe Anhang K) zu installieren. Die Errichtung, Instandhaltungen, Änderung und Erweiterung einer Gaslöschanlage muss von einer für das jeweilige System anerkannten Errichterfirma durchgeführt werden.

Die Anerkennung des Errichters wird von VdS entsprechend den Richtlinien für die Anerkennung von Errichterfirmen für Feuerlöschanlagen, VdS 2132, ausgesprochen.

Die Errichterfirma muss durch ihre fachliche Qualifikation in der Lage sein, auch dann einen wirksamen Brandschutz sicherzustellen, wenn der Rahmen dieser Richtlinien hierfür nicht ausreicht. Erfordern demnach besondere Verhältnisse, wie z. B. die räumliche Anordnung, Bauart, Einrichtungen oder die Brandstoffe, besondere Maßnahmen, so hat dies die Errichterfirma zu berücksichtigen. In diesen Fällen ist Rücksprache mit der Technischen Prüfstelle von VdS zu halten.

Sind mehrere anerkannte Errichter an der Errichtung einer Gaslöschanlage beteiligt, sind die Verantwortlichkeiten in VdS 2496 Ansteuerung von Feuerlöschanlagen geregelt.

### 1.6.2 Fertigstellung

Nach Fertigstellung der Anlage muss der anerkannte Errichter ein Installationsattest an VdS, Bereich Technische Prüfstelle, senden.

Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass nach Errichtung oder wesentlicher Änderung dieser Löschanlagen eine Erstprüfung durch einen Sachverständigen erfolgt. Diese Prüfung muss spätestens 6 Monate nach Inbetriebnahme erfolgt sein.

### 1.6.3 Regelmäßige Prüfung

Die Gaslöschanlage ist regelmäßig, d. h. mindestens einmal im Jahr, durch einen Sachverständigen der zuständigen Stelle zu prüfen.

ENTWURF

Der Prüfbericht stellt fest, ob die Anlage diesen Richtlinien entspricht, ordnungsgemäß gewartet wurde und voll funktionstüchtig ist. Alle Fehler und Mängel müssen im Prüfbericht aufgeführt werden. Die Fristen zur Beseitigung der Mängel sind von der zuständigen Stelle anzugeben.

Prüfungen die aufgrund von behördlichen oder gesetzlichen Vorschriften gefordert sind bleiben hiervon unberührt (z. B. Verordnungen der Länder oder Arbeitsschutzgesetz).

## 1.7 Normative Verweisungen

Diese Richtlinien enthalten datierte und undatierte Verweise auf andere Regelwerke. Die Verweise erfolgen in den entsprechenden Abschnitten, die Titel werden im Folgenden aufgeführt. Änderungen oder Ergänzungen datierter Regelwerke gelten nur, wenn sie durch Änderung dieser Richtlinien bekannt gegeben werden. Von undatierten Regelwerken gilt die jeweils letzte Fassung.

**AD-Merkblatt W 10** Werkstoffe für tiefe Temperaturen, Eisenwerkstoffe

**AD-Merkblatt W 4** Rohre aus unlegierten und legierten Stählen

**DGUV-G 305-001** Grundsätze für die Prüfung von Feuerlöschanlagen mit Sauerstoff verdrängenden Gasen (bisherige BGG 920)

**DGUV-I 205-004** Sicherheitseinrichtungen beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen (bisherige BGI 888)

**DGUV-R 113-001** Explosionsschutz-Regeln – EX-RL (bisherige BGR 104)

**BGR 132** Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung

**DGUV-R 105-001** Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit – Einsatz von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen (bisherige BGR 134)

**DGRL** Druckgeräterichtlinie

**DIN 14675** Brandmeldeanlagen, Aufbau

**DIN 4102-1** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

**DIN 4102-12** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen; Anforderungen und Prüfungen

**DIN 4102-13** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 13: Brandschutzverglasungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

**DIN 4102-18** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 18: Feuerschutzabschlüsse; Nachweis der Eigenschaft "selbstschließend" (Dauerfunktionsprüfung)

**DIN 4102-2** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 2: Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

**DIN 4102-3** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 3: Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

**DIN 4102-5** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 5: Feuerschutzabschlüsse, Abschlüsse in Fahrschachtwänden und gegen Feuer widerstandsfähige Verglasungen, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

**DIN 4102-9** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 9: Kabelabschottungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **DIN EN 10216-1** | Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur |
| **DIN EN 10216-2** | Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen. |
| **DIN EN 10216-3** | Nahtlose Stahlrohre: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen |
| **DIN EN 10216-4** | Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen |
| **DIN EN 10216-5** | Nahtlose Stahlrohre: Rohre aus nichtrostenden Stählen |
| **DIN EN 10217-1** | Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur. |
| **DIN EN 10217-2** | Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen. |
| **DIN EN 10217-3** | Geschweißte Stahlrohre: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen |
| **DIN EN 10217-4** | Elektrisch geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen |
| **DIN EN 10217-7** | Geschweißte Stahlrohre: Rohre aus nichtrostenden Stählen |
| **DIN EN 10220** | Nahtlose und geschweißte Stahlrohre – Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Massen. |
| **DIN EN 10242** | Tempergussfittings |
| **DIN EN 10305-1** | Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Nahtlos kaltgezogene Rohre |
| **DIN EN 10305-2** | Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Geschweißte kaltgezogene Rohre |
| **DIN EN 10305-4** | Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Nahtlose kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen |
| **DIN EN 10305-6** | Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Geschweißte kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen |
| **DIN EN 13480** | Metallische Industrielle Rohrleitungen |
| **DIN EN 13501** | Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten |
| **DIN EN 287** | Prüfung von Schweißern |
| **DIN EN ISO 5817** | Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen). Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817 : 2003) |
| **DIN VDE 0100** | Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V |
| **DIN VDE 0105** | Betrieb von Starkstromanlagen (Teile 1 und 4) |
| **DIN VDE 0165** | Errichten von elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen |
| **DIN VDE 0185** | Blitzschutzanlagen |
| **DIN VDE 0800** | Bestimmungen für Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen, einschließlich Informationsverarbeitungsanlagen |

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **DIN VDE 0804** | Bestimmungen für Fernmeldegeräte, einschließlich informationsverarbeitende Geräte |
| **DIN VDE 0833** | Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Überfall und Einbruch |
| **EN 10204** | Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen |
| **EN 54** | Bestandteile automatischer Brandmeldeanlagen |
| **EN 60529** | Schutzarten von Gehäusen – IP-Code |
| **ISO 14520** | Feuerlöschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln – Physikalische Eigenschaften und Anlagenauslegung |
| **MLAR** | Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie |
| **VdS 2031** | Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen |
| **VdS 2047** | Sicherheitsvorschriften für Feuerarbeiten |
| **VdS 2095** | Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau |
| **VdS 2132** | VdS-Verfahrensrichtlinien – Anerkennung von Errichterfirmen für Feuerlöschanlagen |
| **VdS 2234** | Brand- und Komplextrennwände – Merkblatt für die Anordnung und Ausführung |
| **VdS 2298** | Lüftungsanlagen im Brandschutzkonzept |
| **VdS 2304** | Einrichtungsschutz für elektrische und elektronische Systeme, Planung und Einbau |
| **VdS 2473** | VdS-anerkannte Bauteile und Systeme für Gaslöschanlagen |
| **VdS 2496** | Richtlinien für die Ansteuerung von Feuerlöschanlagen |
| **VdS 2833** | Schutzmaßnahmen gegen Überspannung für Gefahrenmeldeanlagen, Richtlinien für Gefahrenmeldeanlagen |
| **VdS 3518** | Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen |

ENTWURF

# 2 Definitionen

**Alarm/Alarmsignal** Warnung vor einer bestehenden Gefahr für Personen, Sachen oder die Umwelt, verursacht durch einen Alarmzustand, sowie die Aufforderung zum Herbeirufen von Hilfe zur Gefahrenabwehr.

**Alarmierung**

Fernalarm:
Alarm, der sich an eine nicht vor Ort befindliche beauftragte hilfeleistende Stelle richtet, z. B. Feuerwehr, Polizei oder Sicherheitsunternehmen.

Externalarm:
Alarm vor Ort zur Gefahrenabwehr.

Internalarm:
Alarm vor Ort mit akustischen und/oder optischen Signalgebern, der sich an anwesende Personen zur Warnung vor einer Gefahr richtet.

**Alarmierungseinrichtung** Gesamtheit der Alarmmittel, die über ein Leitungssystem von einer Energiequelle versorgt werden.

| | |
|---|---|
| **Alarmmittel** | Gerät zur Abgabe eines akustischen oder optischen Alarmsignals. |
| **Alarmorganisation** | Maßnahmen, die bei einem Brand der Warnung, Rettung, Verhinderung der Brandausbreitung, Brandbekämpfung und der Orientierung dienen. |
| **Anerkennung** | Bestätigung der Konformität von Geräten, Bauteilen, Systemen, Errichtern auf Übereinstimmung mit den entsprechenden Richtlinien. Anerkennungen im Sinne dieser Richtlinien sind, soweit nichts anderes vermerkt ist, durch VdS Schadenverhütung ausgesprochene Bestätigungen. |
| **Ansteuereinrichtung** | Einrichtung, die der Anschaltung von Übertragungseinrichtungen, von Steuereinrichtungen oder von Alarmierungseinrichtungen dient. |
| **Ansteuerung** | Einrichtung mechanischer, pneumatischer oder elektrischer Art zur Auslösung einer Löschanlage. |
| **Arbeits- und Verkehrsbereich** | Der Arbeits- und Verkehrsbereich in der Umgebung von Räumen oder Einrichtungen, die durch Gaslöschanlagen geschützt sind, ist derjenige Bereich, der durch Personen erreicht werden kann. Sind die von Gaslöschanlagen geschützten Bereiche selbst begehbare Bereiche, so gehören diese Bereiche mit zum Arbeits- und Verkehrsbereich. |
| **Auslegungskonzentration** | Mindestkonzentration des Löschmittels, die in einem geschützten Bereich erreicht werden muss, unter Berücksichtigung von Sicherheitsfaktoren. Die Auslegungskonzentration ist abhängig von den im geschützten Bereich zu löschenden Stoffen sowie des eingesetzten Löschmittels. |
| **Auslöseeinrichtung** | Einrichtung, die nach Aktivierung durch die Steuereinrichtung automatisch den Löschmittelvorrat freigibt, und, falls vorhanden, ein Bereichsventil öffnet, um das Löschmittel ausströmen zu lassen. |
| **Auslösen** | Öffnen der Behälterventile und – falls vorhanden – der Bereichsventile. |
| **Auslösung** | Die automatisch oder von Hand herbeigeführte Freigabe der Löschanlage zur Flutung. |
| **Automatischer Brandmelder** | Branderkennungselement, entsprechend EN 54, zur automatischen Erkennung von physikalischen Brandkenngrößen wie Rauch, Wärme, Flamme. |
| **Batterie** | Mehrere Löschgasbehälter, die in einer Einheit zusammengefasst sind. |
| **Behälterventil** | Ventil, das das Löschmittel in einem Behälter zurückhält bzw. bei Aktivierung freigibt. |

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **Berechnungs-bereich** | Gesamt- oder Teilbereich eines Flutungsbereiches, für den die erforderliche Einsatzmenge gesondert berechnet wird. |
| **Bereichsventil** | Ventil in der Hauptversorgungsleitung, das im Auslösefall das Löschgas für den entsprechenden Flutungsbereich freigibt. |
| **Betriebsdruck** | Betriebsmäßig angefahrener Druck in einem System. |
| **Blockiereinrichtung** | Mechanische Einrichtung, die das Ausströmen von Löschgas in den Gefährdungsbereich verhindert, solange Instandhaltungs-, Inspektions- oder Instandhaltungsarbeiten im gefährdeten Bereich durchgeführt werden. Durch Betätigung dieser Vorrichtung wird der Blockiertzustand der Anlage angezeigt.<br>*Hinweis: Gemäß Klasse 2 Abschnitt 8.3 kann zusätzlich auch eine elektrische Blockiereinrichtung installiert werden.* |
| **Branderkennungs-einrichtung** | Einrichtung einer Feuerlöschanlage, die Brände erkennt, Meldungen daraus bildet und weiterleitet |
| **Branderkennungs-elemente** | Oberbegriff für Geräte, die auf die Brandkenngrößen Rauch, Wärme, Flammen oder sonstige ansprechen.<br>*Anmerkung: Hierzu gehören auch automatische Brandmelder nach EN 54.* |
| **Brandkenngröße** | Physikalische und/oder chemische Kenngröße, z. B. Rauch, Temperaturerhöhung, Flammenstrahlung, die in der Umgebung eines Brandes auftritt und deren messbare Veränderungen ausgewertet werden können. |
| **Brandmeldeanlage** | Gruppe von Bestandteilen einschließlich einer BMZ, die bei Anordnung in einer festgelegten Konfiguration bzw. in mehreren festgelegten Konfigurationen in der Lage sind, einen Brand zu erkennen, zu melden und Signale zur Einleitung entsprechender Aktionen abzugeben. |
| **Brandmelder** | Bestandteil einer Brandmeldeanlage, das mindestens einen Sensor enthält, der ständig oder in periodischen Zeitabständen mindestens eine geeignete physikalische und/oder chemische Kenngröße (Brandkenngröße) überwacht, die im Gefolge eines Brandes auftritt, und der mindestens ein entsprechendes Signal für die Brandmelderzentrale zur Verfügung stellt. |
| **Brandmelder-zentrale** | Einrichtung gemäß DIN EN 54-1, die Informationen der Brandmeldeanlage erfasst und Meldungen daraus bildet. |
| **Brandstoffe** | Stoffe, die in Brand geraten oder geraten können. |
| **Brennbar** | Bezeichnung der Brennbarkeit von Baustoffen und Materialien, Merkmale der Klassifizierung gemäß Anhang M. |
| **CAS-Nr.** | Chemical Abstracts Service ist ein internationaler Bezeichnungsstandard für chemische Stoffe. |

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **Druckbehälter** | Oberbegriff für permanent unter Druck stehende Behälter einer Feuerlöschanlage. |
| **Druckentlastungs-einrichtung** | Mechanische Einrichtung, die den Druckanstieg im Schutzbereich auf einen Wert begrenzt, der niedriger als ein durch die Struktur der Raumumfassung vorgegebener Maximalwert ist. |
| **Druckgasbehälter (DGB)** | Ortsbeweglicher Druckbehälter (inkl. Behälterventil), der zur Befüllung an einen anderen Standort gebracht wird, wie zum Beispiel Gasbehälter oder Feuerlöscher. |
| **Druckgerät** | Gesamtheit der Anlagenteile, die unter Druck stehen oder unter Druck gesetzt werden, wie beispielsweise Vorratsbehälter und Rohrleitungen. |
| **Einrichtungsschutz** | Konzept zum Schutz einzelner Einrichtungen durch von Brandmeldeanlagen angesteuerte Löschanlagen |
| **Einrichtungs-schutzanlage** | Einrichtungsschutzanlagen im Sinne dieser Richtlinien sind nur Anlagen zum Schutz von vollständig umschlossenen Einrichtungen. |
| **Einsatzmenge** | Menge an Löschgas, die in den Berechnungsbereich eingebracht werden muss, um rechnerisch die Auslegungskonzentration zu erreichen. |
| **Errichter** | Fachfirma, die für die Planung und Errichtung von Brandmelde- und/oder Feuerlöschanlagen von den zuständigen Stellen anerkannt ist. |
| **Falschalarm** | Alarm, dem keine Gefahr zugrunde liegt. |
| **Fernalarm** | Alarm, der sich an eine nicht vor Ort befindliche beauftragte hilfeleistende Stelle richtet, z. B . Feuerwehr. |
| **Feuerbeständig** | Bezeichnung der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen, Merkmale der Klassifizierung gemäß Anhang M. |
| **Feuerhemmend** | Bezeichnung der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen, Merkmale der Klassifizierung gemäß Anhang M. |
| **Feuerlöschanlage** | Anlage, die aufgrund von Brandkenngrößen (Flamme, Rauch, Wärme) automatisch anspricht oder aufgrund dieser Kenngrößen manuell ausgelöst wird und zur Bekämpfung eines bestehenden Brandes dient. |
| **Feuerlöschanlagen-zentrale** | Eigener Raum oder Bereich für die Anordnung der zentralen Anlageteile einer Feuerlöschanlage (z. B. Branderkennungs- und Steuereinrichtung, Energieversorgung, Löschmittel usw.). |
| **Flutung** | Das Ausströmen des Löschmittels in den Löschbereich. |

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **Flutungsbereich** | Gesamt- oder Teilbereich des Schutzbereichs. Gesamtheit aller Berechnungsbereiche, die gleichzeitig mit Löschgas geflutet werden müssen. |
| **Flutungszeit** | Zeitspanne zwischen der Freigabe des Löschmittels und dem Erreichen von 95 % der Auslegungskonzentration im gesamten Flutungsbereich. |
| **Freigabe des Löschmittels** | Zeitpunkt, zu dem das erste Behälterventil der Vorratsbehälter geöffnet wird. |
| **Füllfaktor** | Masse des Feuerlöschmittels je Volumeneinheit des Behälters. |
| **Gaslöschanlage** | Feuerlöschanlage mit halogeniertem Kohlenwasserstoff. |
| **Gefahr** | Eine physikalische Situation, die potentiell einen Schaden für den Menschen beinhaltet.<br>*Anmerkung: Dem Schadenseintritt muss eine hinreichende Wahrscheinlichkeit zugrunde liegen.* |
| **Gefährdung** | Potentielle Schadensquelle. |
| **Gefährdungs-bereich** | Bereich der gemäß VdS 3518 in eine Gefährdungsklasse einzustufen ist.<br><br>Bei Raumschutzanlagen entspricht dieser in der Regel dem Löschbereich. Bei Einrichtungsschutzanlagen der Bereich, in dem durch die Auslösung der Löschanlage die gesundheits-gefährdenden Konzentrationen überschritten werden können. Der Gefährdungsbereich muss für jede Anlage festgelegt werden, da im Gefährdungsbereich alarmiert werden muss (Vgl. Abbildung 5-2). |
| **Gefahrenmelde-anlage** | Fernmeldeanlage zum zuverlässigen Melden von Gefahren für Personen, Sachen oder die Umwelt. |
| **Gesamtkonzept** | Betrachtung aller Gefährdungen, sowohl innerhalb als auch außerhalb der Anlage/des Betriebsbereiches, die verbunden mit einer Auslösung der Anlage zusammenhängen. |
| **Halogenierte Kohlenwasserstoffe** | Löschgas, das als Hauptbestandteile eine oder mehrere organische Verbindungen enthält, die eines oder mehrere der chemischen Elemente Fluor, Chlor, Brom oder Jod enthalten. Beispiele hierfür sind HFC227ea und FK-5-1-12. |
| **Halteflutung** | Der Aufbauflutung nachfolgende Flutung, durch welche im Flutungsbereich eine Konzentration von wenigstens Referenz-konzentration aufrechterhalten wird. Mit der Halteflutung können Löschmittelverluste infolge vorhandener Undichtig-keiten in der Umfassung eines Löschbereichs kompensiert werden. |
| **Halteflutungszeit** | Dauer der Halteflutung. |

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **Haltezeit** | Zeitspanne, innerhalb der die Löschgaskonzentration im Bereich zwischen 10 % und 90 % der Raumhöhe eine Referenzkonzentration nicht unterschreitet. Die Haltezeit beginnt mit dem Ende der Flutungszeit. |
| **Handauslösung** | Einrichtung zur manuellen Auslösung der Feuerlöschanlage. |
| **Inspektion** | Sichtprüfung, um eine angemessene Sicherheit über die vollständige Befüllung und die Betriebsbereitschaft der Feuerlöschanlage zu erhalten.<br>*Anmerkung: Bei der Inspektion wird überprüft, ob die Anlage funktionsfähig ist, keine Auslösung oder unbefugte Eingriffe erfolgt sind und dass keine erkennbare äußerliche Beschädigung oder ein Zustand vorliegt, der die Funktion verhindert.* |
| **Instandhaltung** | Kombination aller technischen, Verwaltungs- und betrieblichen Maßnahmen während der Lebensdauer eines Gegenstandes mit dem Ziel, ihn in einem Zustand zu erhalten oder ihn zurück in einen Zustand zu versetzen, in dem er bestimmungsgemäß funktionieren kann. |
| **Kernstrahl** | Volumen mit dem Durchmesser 0,1 × LV und der Länge LV , in dem sich keine Einrichtungen, Hindernisse, Raumumfassung oder Gegenstände befinden dürfen. |
| **LOAEL (lowest observable adverse effect level)** | Niedrigste Konzentration, bei der nachteilige toxikologische oder physiologische Auswirkungen zu beobachten sind. |
| **Löschalarm** | Optische und akustische Signale, die unmittelbar vor, während und nach der Flutung im Gefahrenbereich abgegeben werden. |
| **Löschbefehl** | Meldung an die Steuereinrichtung zur Aktivierung der Steuerfunktion. |
| **Löschbereich** | Synonym zu Flutungsbereich. |
| **Löschgas** | Siehe Halogenierte Kohlenwasserstoffe. |
| **Löschgasmenge** | Gesamte Gasmenge, mit der der Löschbereich geflutet wird (ausschlaggebend für die maximale Löschgas- und die minimale Sauerstoff-Konzentration). Die Löschgasmenge kann erheblich über der mindestens erforderlichen Einsatzmenge liegen, weil immer technisch sinnvolle Löschmittelmengen gemeinsam ausgelöst werden müssen. Beispiel: Eine Einsatzmenge von 51 kg kann nur durch das gemeinsame Auslösen von zwei 50 kg-Behälter erreicht werden. |
| **Löschkonzentration** | Mindestkonzentration des Löschmittels, die zum Löschen des Brandes eines bestimmten Brandstoffes unter festgelegten Versuchsbedingungen notwendig ist, ohne Berücksichtigung von Auslegungs-/Sicherheitsfaktoren weiterer Zuschläge. |

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **Löschmittel** | Elektrisch nicht leitendes, gasförmiges Feuerlöschmittel, das nach dem Verdampfen keine Rückstände hinterlässt (Vgl. Löschgas). |
| **Nichtbrennbar** | Bezeichnung der Brennbarkeit von Baustoffen und Materialien, Merkmale der Klassifizierung gemäß Anhang M. |
| **NOAEL (no observed adverse effect level)** | Höchste Konzentration, bei der keine nachteiligen toxikologischen oder physiologischen Auswirkungen zu beobachten sind. |
| **Oberflächenbrand** | Flüssigkeitsbrand (Brandklasse B gemäß DIN EN 2) oder Feststoffbrand, der noch nicht als tiefsitzend eingestuft werden kann. Die Verbrennungsreaktionen finden in einer Zone statt, in dem gasförmiger Brandstoff und Luft als zündfähiges Gemisch vorliegen (Vgl. Tiefsitzender Brand). |
| **Raumhöhe** | Abstand zwischen unterer und oberer Begrenzung eines Raumes. |
| **Raumschutz** | Konzept zum Schutz eines gesamten Raumes durch von Brandmeldeanlagen/elektrische Steuereinrichtung angesteuerte Löschanlagen. |
| **Raumschutzanlage** | Löschanlagen zum Schutz des gesamten Inhalts eines Raumes. |
| **Referenzkonzentration** | Die Referenzkonzentration beträgt in der Regel 85 % der Auslegungskonzentration. Abweichungen hierzu siehe z. B. Tabelle C.2. und Anhang A.1. |
| **Reservemenge** | Löschgasmenge, die für eine weitere Flutung zusätzlich zu der Vorratsmenge bereitgehalten wird. Im Gegensatz zur „Nachflutmenge“ wird eine Reservemenge erst nach Aufhebung des Alarmzustandes bei Auftreten eines neuen und späteren Brandereignisses wirksam. |
| **Schutzbereich** | Gesamtheit aller Flutungsbereiche, die an eine Feuerlöschanlage angeschlossen sind. |
| **Sicherheitsfaktor** | Multiplikator der Löschmittel-Konzentration zum Bestimmen der minimalen Auslegungs-Konzentration. |
| **Signalgeber** | Gerät, das akustische und/oder optische Signale erzeugt und ausgibt. |
| **Steuerbehälter** | Druckgasbehälter, dessen Inhalt zu Steuer- und Alarmierungszwecken dient. |
| **Steuereinrichtung** | Einrichtung, welche ein Signal von einem speziellen Branderkennungselement, einer Brandmeldeanlage oder einer Handansteuereinrichtung erhält und Signale zur Auslösung und für Hilfsfunktionen verarbeitet und überträgt. |

ENTWURF

**Stopptaster** Steuereinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung, die bei Betätigung während der Vorwarnzeit die Flutung für die Dauer ihrer Betätigung verhindern. Die Vorwarnzeit wird also nicht angehalten, sondern läuft auch bei Betätigung des Stopptasters im Hintergrund weiter ab. Ein Loslassen des Stopptasters nach Ablauf der Verzögerung führt zur sofortigen Flutung. Insbesondere unterbricht der Stopptaster auch nicht eine bereits eingeleitete Flutung.

**Störungsmeldung** Meldung, dass eine Abweichung von einem Sollzustand in der Brandmelde-/Feuerlöschanlage vorliegt.

**System** Zusammenstellung von Bauteilen, die auf funktionales Zusammenwirken und Kompatibilität geprüft und VdS-anerkannt sind.

**Tiefsitzender Brand** Feststoffbrand, bei dem die Verbrennung in einer Zone stattfindet, die vorwiegend vom Brandstoff ausgefüllt ist (Vgl. Oberflächenbrand).

*Anmerkung: Tief sitzende Brände treten vorwiegend bei festen Brandstoffen auf, die Glutnester entwickeln. Diese sind wegen der gespeicherten Wärmeenergie in der Lage, die Verbrennung auch bei geringem Sauerstoffanteil weiter aufrecht zu erhalten und können zu Rückzündungen führen. Derartige Brände sind mit gasförmigen Löschmitteln besonders schwierig zu löschen.*

**Üblicherweise mit Personen besetzter Bereich** Für Personen vorgesehener Bereich.

**Üblicherweise unbesetzter Bereich** Üblicherweise nicht von Personen begangener Bereich, der jedoch gelegentlich kurzfristig betreten werden kann.

**VdS 3518** Diese Richtlinie beschreibt die „Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen“. Sie ist die Nachfolgeregel der vormaligen berufsgenossenschaftlichen Sicherheitsregeln DGUV-R 105-001 und DGUV-I 205-004 und hat de facto Gesetzescharakter. Die Regel beschreibt die anlagentechnischen und organisatorischen Maßnahmen, die für den sicheren Betrieb einer Löschanlage eingehalten werden müssen.

**VdS-Anerkennung** Durch den VdS ausgesprochene Bestätigung der Konformität von Geräten, Bauteilen, Systemen, Errichtern auf Übereinstimmung mit den entsprechenden Richtlinien der VdS Schadenverhütung.

**Verdampfungslänge** Entfernung [LV], innerhalb der noch flüssiges Löschmittel im Düsenstrahl vorhanden ist.

ENTWURF

| | |
|---|---|
| **Verzögerte Auslösung** | Die automatisch oder von Hand herbeigeführte Freigabe des Löschalarms und der Verzögerungseinrichtung und die zeitverzögerte Freigabe des Löschmittels zur Flutung. Zeitverzögerungen dienen primär der Evakuierung von Personen, sie können aber auch den Sachwertschutz steigern, wenn während der Verzögerung Raumabschlüsse geschlossen werden und ein näherungsweise dichter Löschbereich entsteht. |
| **Verzögerungseinrichtung** | Automatische Einrichtung, die das Ausströmen von Löschgas um eine vorbestimmte Zeit (Verzögerungszeit) verzögert. Verzögerungseinrichtungen, die der Evakuierung von Personen dienen, müssen immer nichtelektrisch (mechanisch oder pneumatisch) sein und damit unempfindlich gegen elektrische Überspannungen. |
| **Verzögerungszeit** | Eine vorbestimmte Zeitspanne zwischen der Ansteuerung der Verzögerungseinrichtung und dem Beginn der Flutung. |
| **Vorratsbehälter** | Druckgasbehälter, in denen die Vorratsmenge bereitgehalten wird. |
| **Vorratsmenge** | Die gesamte für den Flutungsbereich bereitzuhaltende Löschmittelmenge, bestehend aus der Einsatzmenge und allen erforderlichen Zuschlagsmengen. |
| **Vorwarnzeit** | Zeitspanne zwischen Beginn der Abgabe des Alarmsignals zur Warnung gefährdeter Personen und der Freigabe des Löschmittels. |
| **Zuschlagmenge** | Löschgasmenge, die zur Berücksichtigung von zulässigen Schwundmengen und sonstigen Toleranzen zusätzlich zur Einsatzmenge bereitzuhalten ist. |
| **Zuständige Stellen** | VdS Schadenverhütung. |
| **Zweimeldungsabhängigkeit Typ B** | Maßnahme zur Vermeidung von Falschalarmen; nach dem Empfang eines Erstalarmsignals wird der Eintritt in den Brandmeldezustand und der damit verbundene Löschbefehl solange verhindert, bis ein Alarmbestätigungssignal von einem anderen Brandmelder derselben oder einer anderen Meldergruppe empfangen wird (nach DIN EN 54-2:1997/A1:2007-01).<br>*Anmerkung: Entspricht den bisherigen Bezeichnungen „Zweigruppen- bzw. Zweimelderabhängigkeit“.* |

ENTWURF

# 3 Vertragsplanung und Dokumentation

## 3.1 Allgemeines

Die in den Abschnitten 3.3 und 3.4 aufgeführten Unterlagen müssen dem Betreiber übergeben werden.

Bei Änderungen und Erweiterungen von Anlagen muss das Nachpflegen der Dokumentation unter Beachtung der unten genannten Details erfolgen.

## 3.2 Grundsätzliche Überlegungen

Die Brandschutzmaßnahmen im gesamten Gebäude/Betrieb sind als Ganzes zu betrachten. Mögliche Wechselwirkungen zwischen Gaslöschanlagen und anderen Brandschutzmaßnahmen sind zu berücksichtigen. Bei der Konzeption der Anlage sind Möglichkeiten zur Verbesserung einzubeziehen, die durch Veränderungen an Gebäuden, Arbeitsverfahren usw. erzielt werden können.

Bei der Planung zur Errichtung, Erweiterung oder Änderung einer Gaslöschanlage für neue oder bestehende Gebäude und Industrieanlagen müssen die zuständigen Stellen möglichst frühzeitig einbezogen werden.

## 3.3 Vorbereitungsstadium

Nach Auftragserteilung muss der Errichter dem Betreiber ausreichende technische Dokumentationen zur Beurteilung des Risikos und der Effektivität der Gaslöschanlage zur Verfügung stellen, z. B.:

- Allgemeine Beschreibung der Anlage,
- Informationen die zur Beurteilung des Risikos ausgehend von der Gaslöschanlage notwendig sind,
- Überprüfungs- und Instandhaltungsanweisungen,
- mögliche Gefährdung der Nachbarschaft und
- Erklärung, dass die Anlage nach dem vorliegenden Stand in vollem Umfang diesen Richtlinien entspricht oder die Angabe von Einzelheiten über Abweichungen von den Anforderungen mit entsprechender Begründung.

Nach Auftragserteilung muss der Betreiber dem Errichter ausreichende technische Dokumentationen zur Planung zur Verfügung stellen, z. B.:

- Kopie der Baugenehmigung (falls relevant für Löschanlage)
- Gebäudepläne
- Druckfestigkeit der Raumumfassung
- Brandschutzkonzept
- Gefahren aus der Nachbarschaft

ENTWURF

## 3.4 Planungsstadium

### 3.4.1 Allgemeines

Die unter Abschnitt 4 relevanten Anforderungen an den Personenschutz sind bereits im Planungsstadium zu bewerten.

Gefährdungsklassen zur Personengefährdung müssen gemäß VdS 3518 bestimmt werden.

Das Schutzziel gemäß Anhang G ist im Planungsstadium festzulegen.

Die bei der Erstprüfung bereitzustellenden Unterlagen müssen ein Installationsattest (siehe Abschnitt 3.5.1), die vollständige Darstellung und Auslegung der Gaslöschanlage (siehe Abschnitt 3.4.2) sowie Einzelheiten über die Raumumfassung (Druckentlastungseinrichtungen, Feststellanlagen etc.) enthalten.

Die Anlage muss so geplant werden, dass

- eine Funktionsprüfung, bzw. visuelle Prüfung der Komponenten jederzeit und ohne große Schwierigkeiten möglich ist und
- die Gefahr ihrer Beschädigung durch Feuer, mechanische und chemische Einflüsse usw. so gering wie möglich ist.

### 3.4.2 Darstellung und Auslegung

#### 3.4.2.1 Allgemeines

Der Maßstab der Zeichnungen darf nicht kleiner als 1:100 sein. Die Übersichtszeichnungen müssen folgende Angaben enthalten:

- Angabe der Nordrichtung,
- Geschütztes Risiko,
- Schutzziel gemäß Anhang G,
- bautechnische Einzelheiten über Böden, Decken, Dächer und Außenwände der geschützten Bereiche sowie der Wände, die geschützte von ungeschützten Bereichen trennen,
- Querschnittzeichnungen mit Höhenangaben der Flutungsbereiche, die die Position der Düsen von Decken, Konstruktionselementen usw., welche die Düsenanordnung oder die Löschmittelverteilung beeinträchtigen könnten, zeigen,
- Typ, Anordnung, Schutzfläche, Leistungscharakteristiken und ggf. Ausrichtung der Düsen,
- Typ und Anordnung der Branderkennungselemente,
- Länge der Rohre und Durchmesser (Innendurchmesser; alternativ Nennweite und Wandstärke; ggf. kann die Angabe der verwendeten Wandstärken auch im Rahmen der Systemanerkennung erfolgen, für die einzelnen Projekte werden dann nur im Fall der Abweichung davon diese Angaben benötigt.),
- Einbauort und Art der Bereichsventile,
- Druckverlustwerte für Ventile und Fittings,
- Einbauort und Größe aller Zusatzventile, Zusatz-Absperrarmaturen und Entwässerungsventile,
- Platzierung und Größe des Löschgasvorrats inkl. Füllfaktor, Druck und Art des Druckpolsters der Löschmittel- und Steuerbehälter,
- Löschmittelmenge pro Schutzbereich,
- Legende der verwendeten Symbole.

#### 3.4.2.2 Hydraulisch berechnete Rohrleitungsnetze

Bei der hydraulischen Berechnung von Rohrleitungsnetzen müssen folgende Informationen angegeben werden:

- Name des Programms und Versionsnummer, falls zutreffend
- Projektinformationen:
  - Datum des Arbeitsblatts oder Ausdrucks
  - Name des Projektingenieurs und des Errichters
  - Name des Objektes/des Projekts
  - Höhe über N.N. des Flutungsbereiches
  - Temperatur im Flutungsbereich, minimale und maximale
  - Maximaler Raumüberdruck des Flutungsbereiches

ENTWURF

- Mengenberechnung:
  - Angewendete Richtlinie für die Bemessung der Einsatzmenge
  - Einsatzmenge
  - Mindest-Vorratsmenge unter Berücksichtigung der minimalen Betriebstemperatur im Flutungsbereich
  - Zuschläge auf die Einsatz- und Vorratsmengen
- Düsen:
  - Typbezeichnungen
  - Innendurchmesser
  - Zuordnung zu den Berechnungsbereichen
  - Gegebenenfalls Soll-Austragsmengen (wenn nicht gleichverteilt)
  - Maximale Transportzeitdifferenz zwischen den Düsen
  - Verdampfungslänge für FK-5-1-12
- Rohrnetz:
  - Knoten- oder Rohrreferenzplan, in dem die Rohre, Verbindungsstücke, Düsen und Fittings, die für die hydraulische Berechnung benötigt werden, gekennzeichnet sind
  - Widerstandsbeiwerte sämtlicher in der Berechnung vorkommenden Komponenten
  - Innendurchmesser und Typbezeichnungen sämtlicher in der Berechnung vorkommenden Rohre
  - Maximale Löschmittelmenge im Rohrnetz, bezogen auf die Vorratsmenge
- Berechnete Flutungszeit (über alle Düsen gemittelt)
- Vorratsbehälter:
  - Anzahl
  - Volumen
  - Fülldruck, -temperatur und -menge
  - Bevorratungstemperatur: minimale und maximale gemäß Auslegung
  - Die hydraulische Berechnung ist für eine Bevorratungstemperatur von 15 °C auszuführen
- für jeden Berechnungsbereich:
  - Bezeichnung
  - Rechnerisches Volumen
  - Rechnerische Oberfläche
  - Maximal erlaubter Raumüberdruck
  - Auslegungstemperatur
  - Risiko
  - Auslegungskonzentration
  - Einsatzmenge gemäß Auslegung
  - Berechnete Menge, die innerhalb der Flutungszeit eingebracht wird
  - Maximal erreichbare Löschmittelkonzentration bei Flutung der tatsächlichen Vorratsmenge unter Berücksichtigung der maximalen Betriebstemperatur im Flutungsbereich
  - Maximaler Massen- bzw.- Volumenstrom während der Flutung
  - Erforderliche Druckentlastungsfläche

ENTWURF

## 3.5 Beginn der Installationsarbeiten

Vor Beginn von Installationsarbeiten neuer Anlagen und/oder allen Erweiterungen bzw. Änderungen bei bestehenden Anlagen ist VdS vom anerkannten Errichter mit einer Installationsanzeige möglichst 4 Wochen, mindestens jedoch 2 Wochen schriftlich zu informieren.

### 3.5.1 Installationsattest

Ein Installationsattest gemäß VdS 2309 ist vorzulegen.

# 4 Personenschutz

Der Errichter der Löschanlage muss den Betreiber über die Inhalte dieses Abschnittes informieren.

Neben den Anforderungen gemäß VdS 3518 (beinhaltet DGUV-R 105-001 und DGUV-I 205-004) sind in jedem Fall die nationalen Bestimmungen und gesetzlichen Vorgaben zum Personenschutz einzuhalten. In Verbindung mit der Prüfung von Löschanlagen nach diesen Regeln sind auch die „Grundsätze für die Prüfung von Feuerlöschanlagen mit sauerstoffverdrängenden Gasen DGUV-G 305-001“ der Berufsgenossenschaften zu berücksichtigen.

Die aus den gesetzlichen Anforderungen resultierenden Betreiberpflichten sind nicht Bestandteil der Anforderungen die in diesem Regelwerk getroffen werden.

## 4.1 Allgemeines

Die für eine ausreichende Löschwirkung erforderliche Löschgaskonzentration kann für Personen gefährlich sein. Bei diesen Löschanlagen müssen geeignete Schutzmaßnahmen getroffen werden, um gefährdete Bereiche sofort evakuieren zu können und Personen an dem Betreten nach der Löschgasflutung zu hindern und Maßnahmen für eine schnelle Rettung eingeschlossener Personen zu gewährleisten. Sicherheitsaspekte wie die Schulung von Personal, Verwendung von Warnschildern und von Alarmierungs- und Verzögerungseinrichtungen müssen berücksichtigt werden.

In personenbesetzten, gefährdeten Bereichen müssen Alarmierungseinrichtungen und Verzögerungseinrichtungen mit ausreichender Zeitverzögerung vorgesehen werden, die ein Verlassen des Schutzbereiches ohne unangemessene Hast zulassen. Das Schließen der Türen vor Freigabe des Löschmittels ist auch zur Sicherstellung des Löscherfolgs notwendig.

Die in diesem Regelwerk getroffenen technischen Anforderungen können als Teilumfang eines Gesamtkonzeptes betrachtet werden.

Es sind weitere Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen, wenn diese bei einer gründlichen Überprüfung der individuellen Anlagensituation als notwendig ausgewiesen wurden.

## 4.2 Betreiberpflichten

Der Betreiber ist verantwortlich für das Gesamtkonzept und der damit verbundenen Festlegung aller Maßnahmen bzgl. des Schutzes von Personen. Das Gesamtkonzept ist in schriftlicher Form festzuhalten.

Zur Erläuterung werden im Folgenden Teile des Gesamtkonzeptes genannt.

ENTWURF

### 4.2.1 Gefährdungsbereich

Der gemäß VdS 3518 vom Betreiber zu ermittelnde und festzulegende Gefährdungsbereich (Vgl. Abbildung 5-2), in dem Personen alarmiert werden müssen, ist eines der Ergebnisse des Gesamtkonzeptes und damit Grundlage für die Beurteilung der Personenschutzmaßnahmen, insbesondere der Alarmierung.

Es ist zu berücksichtigen, dass Löschgas auch in benachbarte Räume eindringen kann.

Der Austritt von Löschgas aus dem Löschbereich aufgrund von Undichtigkeiten, nicht abstellbaren Be- und Entlüftungen und den Druckentlastungsöffnungen führt in der Regel nicht zur Gefährdung von Personen in benachbarten Bereichen und der Umgebung. Dennoch ist eine potenzielle Ausbreitung des Löschgases außerhalb des Löschbereiches zu berücksichtigen, z. B. bei der Festlegung von Sammelplätzen.

Wenn mit einer Ausbreitung von Löschgas gerechnet werden muss, sind detaillierte Ausbreitungsbetrachtungen erforderlich, z. B. durch Probeflutungen mit Konzentrationsmessungen in der Umgebung oder rechnerische Abschätzungen. Dabei sind neben der Löschmittelmenge auch die Rahmenbedingungen vor Ort (z. B. topografische Lage) zu berücksichtigen.

Es müssen zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, wenn die Löschgas-Konzentration den LOAEL-Wert überschreitet.

### 4.2.2 Lüftungskonzept

Das Lüftungskonzept ist ein Bestandteil des Gesamtkonzeptes. Es ist ein Konzept für das Lüften des Löschbereiches (und ggf. der Umgebung) nach der Flutung zu erstellen. Dabei muss sichergestellt sein, dass Personen in benachbarten Bereichen und der Umgebung nicht gefährdet werden.

Die Zuständigkeiten für das Lüften und die anschließende Freigabe (ggf. nach Konzentrationsmessung) sind schriftlich festzulegen.

Es sind geeignete Möglichkeiten zum Lüften der Bereiche vorzusehen. Es muss sichergestellt sein, dass – sofern vor Ort keine geeigneten Einrichtungen vorhanden sind – diese aber nach Auslösung der Löschanlage zur Verfügung stehen (z. B. durch die Feuerwehr – vorherige Absprache erforderlich).

Die Lüftungskonzepte können je nach Anlagengröße und Rahmenbedingungen sehr unterschiedlich ausgeführt sein. Beispiele:

- Bei einem kleinen EDV-Raum mit Fenster nach draußen kann das einfache Lüften (mit Beachtung potentieller Personen vor dem Fenster) und anschließendes Freimessen ausreichend sein.
- Bei tiefergelegenen Bereichen muss in der Regel abgesaugt werden (Achtung: Es ist immer Vorsicht geboten, falls Lüftungsanlagen zur Entsorgung des Löschmittels verwendet werden sollen).
- Bei größeren Anlagen kann eine dosierte Lüftung ins Freie unter ständiger Überwachung des Löschmittel-Gehaltes in der Umgebung notwendig sein.

### 4.2.3 Bestimmungsgemäßes Zusammenwirken der Anlagentechnik

Das Zusammenwirken der sicherheitstechnischen und gebäudetechnischen Einrichtungen für die ordnungsgemäße und sichere Funktion der Löschanlage ist vom Betreiber in

ENTWURF

Absprache mit dem Errichter der Löschanlage sicherzustellen (z. B. Ansteuerung von Türen, Toren, Betriebsmitteln).

### 4.2.4 Organisatorische Maßnahmen

Unter Berücksichtigung geltender nationaler Regelwerke sind Flucht- und Rettungswegpläne zu erstellen. Es ist zu berücksichtigen, dass Personen den Gefährdungsbereich sicher verlassen können.

Die Fluchtwege sind entsprechend nationaler Regelwerke zu kennzeichnen.

Ein Flutungsbereich darf nicht als einziger Fluchtweg für andere Räume dienen.

Falls erforderlich sind umluftunabhängige Atemschutzgeräte und in deren Handhabung geschultes Personal bereitzuhalten.

Es wird empfohlen, die zuständige Feuerwehr über vorhandene Gaslöschanlagen zu informieren.

Vorzusehen ist in Abstimmung mit den zuständigen Stellen eine effektive Alarmorganisation zur:

- Alarmierung zuständiger Personen
- Alarmierung der Feuerwehr
- Einleitung anderer geforderter Maßnahmen:
- Liegen z. B. besondere Gefährdungen des Umfeldes vor, die weitere Hilfskräfte erfordern, sollte auch hierfür eine Alarmorganisation festgelegt werden.

Siehe auch Abschnitt 8.4.

Der Betreiber hat Personen, die Zutritt zu den gefährdeten Bereichen haben, vor Aufnahme ihrer Tätigkeit sowie in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal jährlich, anhand der Betriebsanweisung über die möglichen Gefährdungen durch das Löschmittel sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Die Unterweisung ist zu dokumentieren.

ENTWURF

### 4.2.5 Bereithalten von Druckgasbehältern für Feuerlöschzwecke

Für das Bereithalten zusammengeschalteter oder einzelner Druckgasbehältern ist eine Beurteilung auf Basis der folgenden Regelwerke mit in das Gesamtkonzept aufzunehmen:

- TRBS 3145/TRGS 725 – Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren
- TRGS 510 – Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern

# 5 Auslegung der Anlage

## 5.1 Einheiten

Druckwerte, die nicht als Überdrücke gekennzeichnet sind, sind Absolutdrücke.

Löschmittelmengen sind als Massen anzugeben.

Konzentrationen sind Volumen-Konzentrationen.

Für nicht speziell aufgeführte Dimensionen gelten die SI-Einheiten.

## 5.2 Anlagentyp und bauliche Anforderungen

Für jede Gaslöschanlage ist ein Schutzziel gemäß Anhang H festzulegen. Diesem Schutzziel sind die Anforderungen der baulichen Abtrennungen zu entnehmen.

Diese Richtlinien behandeln ausschließlich Raumschutzanlagen und Anlagen zum Schutz vollständig umschlossener Einrichtungen.

Gebäude, Räume und umschlossene Einrichtungen (Flutungsbereiche), die durch Löschgas-Raumschutzanlagen geschützt sind, müssen so beschaffen sein, dass die löschwirksame Löschgaskonzentration (Auslegungskonzentration) und die geforderte Haltezeit erreicht wird.

Die Umfassungsbauteile des Raumes (Wände, Decken, Boden, Türen, Fenster, ggf. vorhandene Schottungen usw.) oder der umschlossenen Einrichtung müssen dem Druckanstieg während der Flutung standhalten. Im oberen Bereich des Raumes müssen Druckentlastungsöffnungen zur Vermeidung eines zu hohen Über- und/oder Unterdrucks im Flutungsbereich vorgesehen werden.

Druckentlastungseinrichtungen müssen den Anforderungen nach Anhang K genügen.

Die Abtrennungen der Umfassung müssen den vom Schutzziel abhängigen Kriterien entsprechen, die in Anhang G beschrieben sind. Die Abtrennungen müssen danach mindestens aus feuerhemmenden Bauteilen oder aus Bauteilen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und einen Raumabschluss bis zum Ende der Haltezeit sicherstellen.

Öffnungen in der Umfassung müssen mindestens durch feuerhemmende oder nichtbrennbare Abschlüsse dauernd geschlossen gehalten werden oder durch gleichwertige Abschlüsse gesichert werden, die durch die Feuerlöschanlage selbst angesteuert werden oder durch dieselbe Anlage, die die Feuerlöschanlage ansteuert.

Die im Anhang G enthaltenen Anforderungen an die Beschaffenheit von Gebäuden und Räumen sind keine Forderungen baurechtlicher Natur. Diese Anforderungen können daher baurechtliche Forderungen nicht ersetzen. Darüber hinaus bleiben baurechtliche Anforderungen von den Anforderungen der vorliegenden Richtlinien unberührt.

Bauteile der Raumumfassung, welche die obigen Anforderungen sowie nach Anhang H nicht erfüllen, müssen als nichtverschließbare Öffnungen eingestuft werden.

Nichtabstellbare Be- und Entlüftungen zu angrenzenden Bereichen sind nicht zulässig.

Nichtverschließbare Öffnungen sind nicht zulässig.

ENTWURF

Bisher liegen keine Erfahrungswerte über Abströmverluste aus nichtverschließbaren Öffnungen sowie nicht abstellbaren Be- und Entlüftungen vor. Sollten im Ausnahmefall nichtverschließbare Öffnungen oder nicht abstellbare Be- und Entlüftungen betriebsbedingt unvermeidbar sein, so ist die Planung der Anlage und der Schutzumfang mit der Technischen Prüfstelle von VdS abzustimmen. Es ist ein gesonderter Nachweis zu führen, dass die Fläche sämtlicher Öffnungen, von deren Vorliegen im Brandfall auszugehen ist, sowie die nicht abstellbaren Be- und Entlüftungen die Einhaltung der geforderten Haltezeit nicht beeinträchtigen.

Wird diese Anforderung nicht erfüllt, so ist die Anlage als Einrichtungsschutzanlage für nicht oder nicht vollständig umschlossene Einrichtungen unter Verwendung eines anderen, geeigneten Löschmittels auszuführen.

Wenn Öffnungen wegen des allgemeinen Betriebsablaufs offen gehalten werden sollen, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass sie spätestens zu Beginn der Löschmittelflutung geschlossen sind.

Feuerschutzabschlüsse sowie Türen ohne Feuerwiderstandsklassifizierung, die während der Betriebszeit offen stehen dürfen, müssen zusätzlich mit Feststellanlagen entsprechend den Richtlinien des Deutschen Institutes für Bautechnik (DiBt) ausgerüstet sein.

### 5.2.1 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (natürliche und maschinelle) in Räumen mit Gaslöschanlagen dürfen nicht automatisch öffnen bzw. in Betrieb gesetzt werden. Sie dürfen nur manuell angesteuert werden. Die manuelle Ansteuereinrichtung darf im Brandfall nur von befugten Personen bedient werden und muss vor der Betätigung durch unbefugte Personen geschützt werden.

## 5.3 Einsatzmenge

In die Berechnung der Einsatzmenge gehen ein

- Die Gasdichte im Löschbereich, mit Höhen- und Temperaturkorrektur (Siehe auch Abschnitt 5.3.4)
- Das rechnerisch Volumen des Flutungsbereiches $V_R = V_V + 4 \times V_Z - V_G$ (5-1)
- Die Oberfläche des Flutungsbereiches

  *Hinweis: Nichtverschließbare Öffnungen ($A_O$) sind nicht zulässig, s. Abschnitt 5.2*

  Wird die Oberfläche gemäß Abschnitt 5.3.1 nicht berücksichtigt, so ergibt sich die minimale Einsatzmenge.
- Die Auslegungskonzentration (siehe Anhang C)

### 5.3.1 Minimale Einsatzmenge

Sind Aufbau und Aufrechterhaltung der Löschgaskonzentration durch eine baulich geeignet ausgeführte Raumumfassung nachweislich gewährleistet, so darf die Einsatzmenge gemäß (5-2) berechnet werden. Der Nachweis kann durch eine Vollflutung mit Konzentrationsmessung erfolgen, alternativ auch durch einen Nachweis, dass die Anforderungen gemäß Tabelle C.2 erfüllt werden (siehe auch Abschnitt 9.3), z. B. eine wiederkehrende Door-Fan-Prüfung nach Anhang K.

$$Q = (\rho_{Gas} \times \boldsymbol{k_T} \times \boldsymbol{k_H}) \times \left(\frac{C_A}{100\% - C_A}\right) \times V_R \quad (5\text{-}2)$$

ENTWURF

### 5.3.2 Einsatzmenge mit Berücksichtigung der Raumoberfläche

Sind Aufbau und Aufrechterhaltung der Löschgaskonzentration nicht durch die Ausführung der Raumumfassung nachweislich gewährleistet, ist die Einsatzmenge gemäß (5-3) zu berechnen:

$$Q = (\rho_{Gas} \times \boldsymbol{k_T} \times \boldsymbol{k_H}) \times \left(\frac{C_A}{100\% - C_A}\right) \times (V_R + 0{,}27\text{m} \times A_V) \quad (5\text{-}3)$$

### 5.3.3 Maximale Einsatzmenge

Die gemäß Formel (5-4) berechnete Löschgasmenge stellt die Obergrenze für die Einsatzmenge dar:

$$Q = (\rho_{Gas} \times \boldsymbol{k_T} \times \boldsymbol{k_H}) \times \left(\frac{C_A}{100\% - C_A}\right) \times (1{,}47 \times V_R) \quad (5\text{-}4)$$

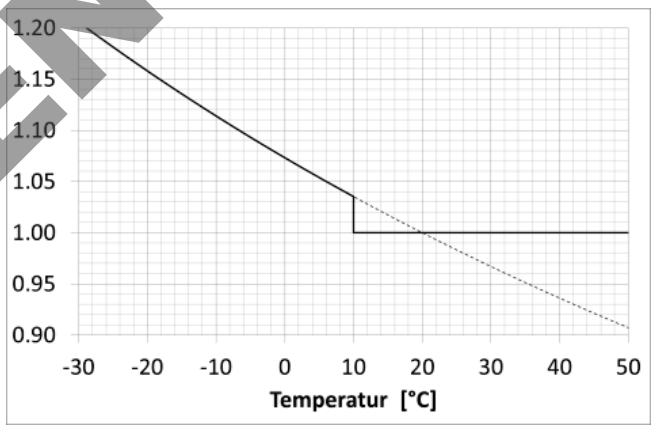
*Hinweis: Wird ein Flutungsbereich in einzelne Berechnungsbereiche unterteilt so kann die Summe der Einsatzmengen aller Berechnungsbereiche kleiner sein als die für den Raum als Ganzes errechnete Einsatzmenge, falls die Teil-Einsatzmengen für einen oder mehrere Berechnungsbereiche gemäß (5-4) berechnet wurden. Es ist die größere der beiden Summen zu verwenden.*

### 5.3.4 Korrektur der Löschgasdichte

#### 5.3.4.1 Temperatur

$T_{min} < 10\,°C$ : $\boldsymbol{k_T} = \dfrac{293{,}15}{T/°\text{C} + 273{,}15}$

$T_{min} \geq 10\,°C$ : $\boldsymbol{k_T} = 1$

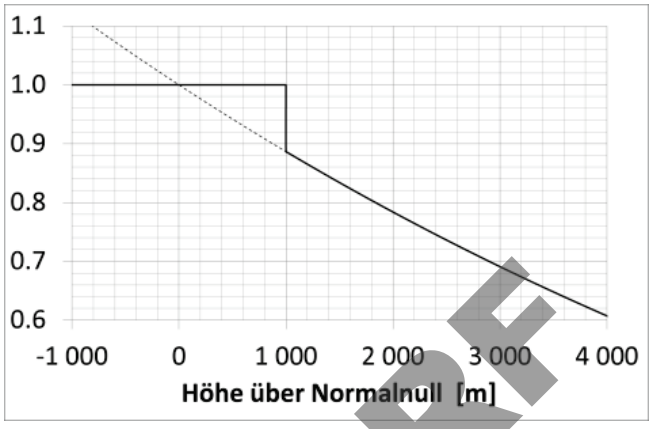



ENTWURF

#### 5.3.4.2 Höhe [3]

$h < 1000\ m$ : $\boldsymbol{k_H = 1}$

$h \geq 1000\ m$: $k_H = \left(1 - \frac{h}{44331\ \mathrm{m}}\right)^{5{,}255}$




**Index der Symbole**

| | |
|---|---|
| $C_A$ | Auslegungskonzentration (Siehe Anhang C) |
| $V_R$ | Rechnerisches Volumen |
| $V_V$ | Gesamtes Volumen des Berechnungsbereichs |
| $V_Z$ | Das Luftvolumen, welches von nicht abschaltbaren Lüftungsanlagen während der Flutung in den Raum eingeblasen oder abgesaugt wird |
| $V_G$ | Volumen der Gebäude- oder Einrichtungsteile im Berechnungsbereich, in die kein Löschgas eindringen kann |
| $A_V$ | Gesamte Umfassungsfläche des Berechnungsbereichs |
| $\rho_{Gas}$ | Dichte des Löschgases bei 1013 mbar und 20°C |
| $Q$ | Löschmittel-Einsatzmenge |

ENTWURF

### 5.3.5 Zusätzliche Anforderungen

Benachbarte Flutungsbereiche müssen zu einem Flutungsbereich zusammengefasst werden. Benachbart bedeutet in diesem Sinne, dass sie nicht wie in Abschnitt 5.2 beschrieben voneinander getrennt sind und auch nicht räumlich mindestens 5 m voneinander getrennt sind.

Werden die Abschlüsse von der Löschanlage zugesteuert, dürfen beiderseits der Öffnungen im Umkreis von je 2,5 m keine brennbaren Materialien gelagert oder bearbeitet werden.

---

[3] Erläuterung: Dichtekorrektur gemäß Standardatmosphäre: $\rho = \rho_0 \times \left(1 - \frac{L \times h}{T_0}\right)^{\frac{g \times M}{R \times L}}$

| | |
|---|---|
| Atmosphärischer Temperaturgradient: | L = 6,5 mK/m |
| Gaskonstante: | R = 8,31446 J/mol/K |
| Molare Masse von Luft: | M = 28,9644 g/mol |
| Fallbeschleunigung: | g = 9,807 m/s² |

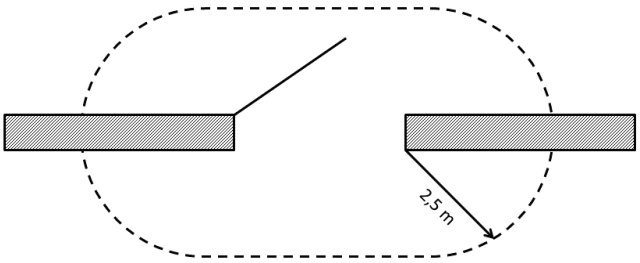
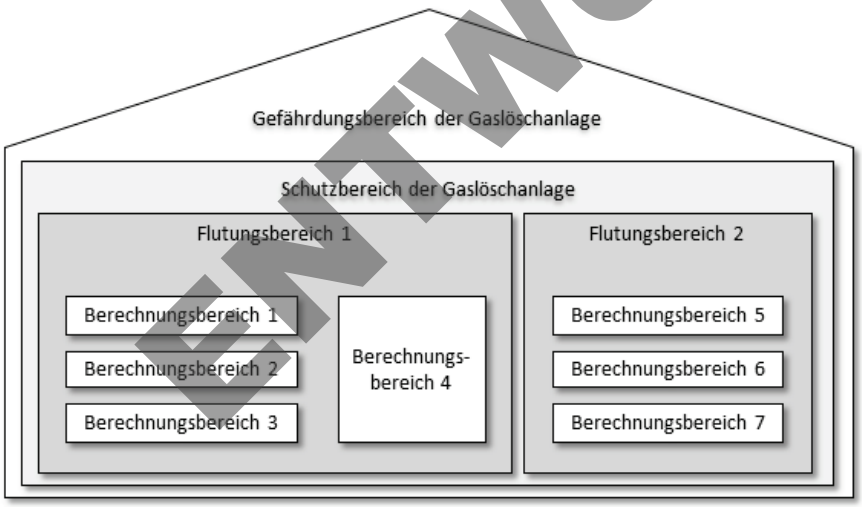



**Abbildung 5-1:** Abschlüsse von Flutungsbereichen

Die gesamte Umfassungsfläche ($A_V$) aller Berechnungsbereiche muss in der Formel in Abschnitt 5.3 wie folgt eingesetzt werden:

- Bei Raumschutzanlagen gilt als Umfassungsfläche die Summe der Flächen aller Wände, Decken und des Fußbodens, durch die der zu schützende Raum begrenzt wird.
- Dies gilt sinngemäß auch für den Schutz von umschlossenen Einrichtungen.
- Die Grenzfläche zwischen den Berechnungsbereichen eines Flutungsbereiches darf bei der Berechnung von $A_V$ in der Formel in Abschnitt 5.3 unberücksichtigt bleiben.

Die Gesamtvorratsmenge muss für den Flutungsbereich mit dem größten Löschmittelbedarf berechnet werden.




ENTWURF

**Abbildung 5-2:** Zur Definition Gefährdungsbereich, Schutzbereich, Flutungsbereich, Berechnungsbereich

Die maximale Löschgasmenge, mit der ein Flutungsbereich geflutet werden darf, ist Abbildung 5-3 zu entnehmen.

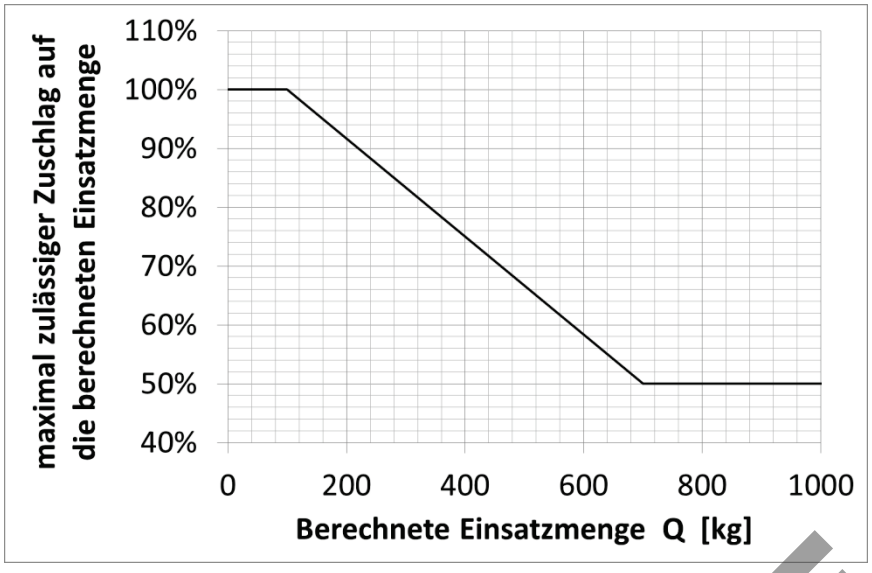



**Abbildung 5-3:** Maximale Löschgasmenge

Für Kabelböden darf die sich nach Abschnitt 5.3 ergebende Einsatzmenge überschritten werden, wenn dies zur Erfüllung der Bestimmungen des Abschnittes 6.4 (maximale Schutzfläche pro Düse: 30 $m^2$) erforderlich ist.

## 5.4 Vorratsmenge

Die Löschgasvorratsmenge muss mindestens so groß sein wie die entsprechend Abschnitt 5.3 berechnete Einsatzmenge für den Flutungsbereich mit dem größten Löschmittelbedarf zuzüglich folgender Zuschlagmengen:

- Eine zusätzliche Menge für z. B. Leckageverluste, Füll- und Entnahmetoleranzen von mindestens 10 % der Löschgaseinsatzmenge bei Anlagen mit bis zu 19 Behälter. Bei Anlagen mit 20 oder mehr Behälter muss die zusätzliche Menge mindestens 5 % betragen. Maßgeblich ist die Anzahl der Behälter, die zur Bevorratung der Einsatzmenge je Flutungsbereich erforderlich ist. Bei Mehrbereichsanlagen kann daher der Zuschlag in Abhängigkeit vom Flutungsbereich variieren.
- Ein Systemzuschlag in Form einer erhöhten Löschgasmenge oder eines vergrößerten Stickstoffpolsters ist zulässig, um sicherzustellen, dass die Löschgasmenge zum Erreichen von 95 % der Auslegungskonzentration in der Flutungszeit in den zu schützenden Raum eingebracht wird.

## 5.5 Reservemenge

In nachstehenden Fällen ist zusätzlich zu der Löschgasvorratsmenge eine mindestens gleich große, ständig an die Löschanlage angeschlossene Reservemenge vorzusehen:

- bei 6 oder mehr an die Löschanlage angeschlossenen Flutungsbereichen oder
- wenn die Löschgasvorratsmenge nicht innerhalb von 36 Stunden wieder beschafft werden kann.

Bei 31 oder mehr an die Löschanlage angeschlossenen Flutungsbereichen ist zusätzlich zu der Löschgasvorratsmenge eine mindestens zweimal so große, ständig an die Löschanlage angeschlossene Reservemenge vorzusehen.

ENTWURF

## 5.6 Löschmittel-Bevorratung

Die Löschgasvorratsmengen und Reservemengen sind so zu lagern, dass sie jederzeit verfügbar sind und für keinen anderen Zweck verwendet werden können.

Das Behältervolumen darf bis zu 140 L betragen.

Für die Vorratsmenge darf nur eine Behältergröße und ein Fülldruck verwendet werden.

Die Fülltoleranz je Flasche darf, sowohl auf das Löschmittel als auch auf das Druckpolster bezogen, maximal + 1 % / - 0 % des jeweiligen Nennwertes betragen.

Die Behälter müssen so installiert werden, dass jede einzelne Flasche einfach montiert werden kann. Jede Flasche muss mit einem Rückflussverhinderer an das Sammelrohr angeschlossen werden, wenn mehr als eine Flasche vorhanden ist.

Die Vorrats- und – falls vorhanden – die Reservemenge muss überwacht werden. Sowohl ein Verlust von mehr als 10 % des Löschmittels in einem Behälter als auch ein Verlust von mehr als 10 % des Druckpolsters in einem Behälter müssen automatisch angezeigt werden.

Diese Einrichtungen zur Überwachung müssen so beschaffen sein, dass ihre Funktionstüchtigkeit an Ort und Stelle überprüft werden kann, ohne dass diese Überprüfung zum Ausströmen von Löschgas führt.

Sofern aufgrund spezieller Konstruktionen auch für die Überwachung der Löschmittelmenge nur eine Überwachung des Druckes erforderlich ist, muss diese spezielle Konstruktion im Rahmen der Bauteil- oder Systemanerkennung anerkannt sein.

Die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen für Druckbehälter (Siehe Abschnitt 1.7) sind zu beachten.

Jede Löschmittelflasche muss durch Wiegen oder Überprüfen mittels Manometer (unter Berücksichtigung der Temperaturkorrektur) vor der Installation auf korrekte Füllung kontrolliert werden. Die Prüfung ist durch ein Qualitätssicherungsverfahren nachzuweisen.

Löschmittel-Behälter müssen zusätzlich wie folgt gekennzeichnet sein:

- Namen der für die Errichtung der Löschanlage verantwortlichen Firma,
- ISO-Bezeichnung des Löschgases,
- Löschgasmenge,
- Füllfaktor und Fülldruck sowie
- Angaben über das als Druckpolster verwendete Gas.

## 5.7 Feuerlöschanlagenzentrale

Die Feuerlöschanlagenzentrale sollte sich in einem eigenen Raum mit niedrigem Risiko einer Brandentstehung befinden, der jedoch so nah wie möglich beim Flutungsbereich liegt.

In der Feuerlöschanlagenzentrale darf durch das Austreten von Löschmittel, bzw. Steuergas keine Personengefährdung entstehen.

Neben den hier genannten Anforderungen sind die Regelungen gemäß Abschnitt 4.2.5 zu berücksichtigen.

ENTWURF

| | **Anforderungen** |
|---|---|
| Klasse 1 | Die Feuerlöschanlagenzentrale muss<br>– auch im Brandfall leicht zugänglich sein,<br>– vom Flutungsbereich rauchdicht abgetrennt sein (Öffnungen z. B. mit Rauchschutztüren gem. DIN 18095),<br>– vor dem Zutritt unbefugter Personen geschützt sein,<br>– möglichst nur für diesen Zweck benutzt werden, insbesondere dürfen sich darin keine brennbaren Materialien und keine Lagerungen befinden,<br>– eine Temperatur zwischen 0 °C und 35 °C haben,<br>– mit einer Belüftung ausgestattet sein,<br>– so beschaffen sein, dass Instandhaltung und Überprüfung leicht durchgeführt werden können,<br>– elektrisch beleuchtet sein und<br>– sofern notwendig, eine ortsfeste Heizung beinhalten.<br>Die in der Feuerlöschanlagenzentrale installierten Bauteile müssen gegen Übertemperaturen in Folge von Sonneneinstrahlung oder andere Wärmequellen geschützt werden.<br>Die Feuerlöschanlagenzentrale muss von den benachbarten Räumen und/oder Bereichen so abgegrenzt sein, dass in ihr befindliche Bestandteile der Löschanlage vor mechanischen und chemischen Einflüssen geschützt sind.<br>Abweichend von den obigen Anforderungen ist eine Aufstellung der Vorratsbehälter im Löschbereich unter folgenden Vorraussetzungen möglich:<br>– Die Abtrennung des Aufstellbereichs der Behälter zum Flutungsbereich wird in einer feuerhemmenden Abtrennung ausgeführt.<br>– Die maximale Anzahl von 8 Behältern wird nicht überschritten.<br>– Die BMZ, EST und alle weiteren Bauteile werden außerhalb des Löschbereichs angeordnet; die obigen Anforderungen an die Feuerlöschanlagenzentrale gelten sinngemäß für diesen Aufstellort.<br>– Die Steuerleitungen werden feuerhemmend ausgeführt. |
| Klasse 2 | Abweichend von den obigen Anforderungen ist für Einbereichsanlagen, der Gefährdungsklassen 1 und 2 gemäß VdS 3518, eine Aufstellung von maximal 8 Vorratsbehältern, einem Steuerbehälter, sowie der Brandmelderzentrale und/oder elektrischen Steuereinrichtung im Flutungsbereich möglich.<br>Voraussetzung für das Aufstellen der Brandmelderzentrale und/oder elektrischen Steuereinrichtung ist ein abgesetztes Bedienfeld, welches außerhalb des Gefährdungsbereiches installiert ist.<br>Dabei ist zu beachten, dass dann folgende Anforderungen an den Aufstellort erfüllt sind:<br>– Die Behälter sind für einen Austausch leicht zugänglich.<br>– Instandhaltung und Überprüfung müssen leicht durchgeführt werden können.<br>– Der Aufstellort muss vor dem Zugriff unbefugter Personen geschützt sein, z. B. durch<br>  – Zutrittskontrolle des Flutungsbereiches,<br>  – Schutzgitter.<br>– Es dürfen sich in unmittelbarer Umgebung der Löschmittelbehälter und BMZ/EST keine brennbaren Materialien und keine Lagerungen befinden.<br>– Der Aufstellort muss eine Temperatur zwischen 0 °C und 35 °C haben.<br>– Der Aufstellort muss mit einer Belüftung (unter Berücksichtigung des Abschnittes 8.8) ausgestattet sein[4]. |

ENTWURF

[4] Siehe auch TRBS 3145/TRGS 725

Bedienungsanleitungen müssen in der Feuerlöschanlagenzentrale an gut sichtbarer Stelle dauerhaft befestigt sein.

Des Weiteren müssen folgende Angaben zur Löschanlage verfügbar sein:

- Name der Errichterfirma, gegebenenfalls der Name der für die Instandhaltung verantwortlichen Errichterfirma,
- Jahr der Errichtung bzw. wesentlicher Änderung,
- Bedienungs- und Instandhaltungsanleitungen und andere wichtige Angaben.

Diese Angaben müssen mindestens beinhalten:

- Betriebsanweisungen mit Rohrleitungs- und Steuerungs-Schema der Löschanlage,
- gegebenenfalls Angabe der Anzahl der zur Auslösung der Behälter benötigten Gewichte,
- Übersichtspläne, aus denen die durch die Löschanlage geschützten Bereiche und das angestrebte Schutzziel gemäß Anhang G ersichtlich sind.

Am Aufstellort der Löschmittelbehälter ist

- ein Thermometer mit einer Genauigkeit von ± 1 °C und Anzeige der Minimal- und Maximaltemperatur zu installieren,
- eine Tabelle/Diagramm anzubringen, die den Druck bei 0 % Schwund und den Druck bei 10 % Schwund als Funktion der Temperatur darstellt.

## 5.8 Dimensionierung

Die Düsenund Rohrleitungen sind so auszulegen, dass innerhalb der in Abschnitt 5.9 geforderten Flutungszeit die Löschgasmenge zum Erreichen von 95 % der Auslegungskonzentration in den Flutungsbereich ausströmt.

Dabei sind die zu erwartenden Temperaturen am Aufstellort der Löschgasbehälter zu berücksichtigen.

Als Berechnungsgrundlage kann die in Anhang I beschriebene Methode gewählt werden.

## 5.9 Flutungszeiten

Bei den in der Tabelle C. aufgeführten Anwendungen darf die Flutungszeit 10 s nicht überschreiten. Die Auslegungskonzentration muss innerhalb von 30 s nach Ende der Flutungszeit erreicht sein.

## 5.10 Haltezeit

Um eine Rückzündung zu verhindern muss eine Haltezeit gemäß Tabelle C.2 gewährleistet sein.

Während der Haltezeit muss im Flutungsbereich die Referenzkonzentration im Raum (d. h. in 10 % und in 90 % der maximalen Raumhöhe) vorhanden sein.

Der Nachweis einer Haltezeit kann z. B. erfolgen durch:

- eine Probeflutung mit Konzentrationsmessung oder
- eine Door-Fan-Messung.

ENTWURF

# 6 Verteilungsrohrnetz

## 6.1 Rohrleitungen

Es sind mindestens die technischen Anforderungen des Abschnitts 6.1 einzuhalten

Rohrleitungen und Rohrverbindungen müssen aus Metall gefertigt sein und den auftretenden Drücken (siehe Tabelle 6.1) und niedrigen Temperaturen widerstehen können.

Für das Rohrnetz ist ein Konformitätsbewertungsverfahren entsprechend Druckgeräterichtlinie durchzuführen.

Für Rohrleitungen nach Artikel 3, Abs. 3 Druckgeräterichtlinie hat der Errichter mindestens eine Bescheinigung auszustellen, dass die Rohrleitungen der guten Ingenieurspraxis entsprechen.

Die Auslegung der Rohrleitung hat nach einem der folgenden Regelwerke zu erfolgen:

- AD 2000 unter besonderer Beachtung der Merkblätter W 4 – Rohre aus unlegierten und legierten Stählen und W 10 – Werkstoffe für tiefe Temperaturen, Eisenwerkstoffe
- DIN EN 13480

Es dürfen nur Rohre nach Tabelle 6.1 verwendet werden.

Die Maße sind nach DIN EN 10220 zu wählen. Sollen die Rohre nach Tabelle 6.1 auch als Gewinderohre verwendet werden, sind die Wanddicken entsprechend anzupassen.

In Rohrleitungen darf der zulässige Betriebsüberdruck nicht überschritten werden. Gegebenenfalls sind Sicherheitsventile einzubauen. Gründe für ein Überschreiten können Undichtigkeiten des Behälterventils, eine Fehlfunktion der Druckregeleinrichtung oder Bereichventile sein.

Besteht die Gefahr, dass Gas in einem Rohrsegment eingeschlossen werden kann und es dadurch zu einem unzulässigen Anstieg des Innendruckes kommen kann, ist dieser Abschnitt durch ein Sicherheitsventil zu schützen.

Druckentlastungsleitungen von Sicherheitsventilen müssen das Löschgas ins Freie führen. Es ist darauf zu achten, dass das Löschgas keine Personen gefährdet; daher darf das Löschgas nicht zu Fenstern, Lüftungsöffnungen usw. geführt werden.

Das Sicherheitsventil muss in stehender Ausführung installiert werden.

Bei ferritischen Werkstoffen ist ein Korrosionszuschlag von 1 mm zu berücksichtigen. Auf den Korrosionszuschlag kann verzichtet werden, wenn:

- die Rohre eine Verzinkung entsprechend DIN EN 10240 aufweisen.
- auf die Rohre keine negativen Einflüsse aus der umgebenden Atmosphäre einwirken.

Die Mindest-Rohrwanddicke für das Rohrnetz zum Einbringen des Löschgases (bei Gewinderohren Kerndurchmesser) wird auf 2 mm, bei Präzisionsstahlrohren auf 1,5 mm, festgelegt. Bei Präzisionsstahlrohren mit Nennweite 10 ist eine Mindest-Rohrwanddicke von 1,0 mm einzuhalten. Wird durch ein geeignetes Verfahren nachgewiesen, dass die Formbeständigkeit nicht gefährdet ist, können diese Wanddicken unterschritten werden.

ENTWURF

Die Qualität der entsprechend Tabelle 6.1 eingesetzten Rohre ist durch Werksprüfzeugnisse bzw. Werksbescheinigungen nach DIN EN 10204 nachzuweisen (siehe ebenfalls Tabelle 6.1).

Es ist darauf zu achten, dass die Stempelung des Rohrmaterials mit Abnahmeprüfzeugnis 3.1 im Verlauf der Verarbeitung nicht verloren geht. Gegebenfalls ist die Stempelung auf abgetrennte Stücke zu übertragen (Umstempelung). Es muss eine eindeutige Zuordnung der Baueinheiten zu den mitgelieferten Bescheinigungen nach DIN EN 10204 möglich sein.

*Hinweis: Es kann gegebenfalls auf eine Stempelung einzelner Rohrteile verzichtet werden (Siehe DGRL Anhang I, 3.3, c))*

| **Anlagenbereich** | **zul. Betriebsüberdruck in bar** | **Prüfüberdruck in bar** [2)] | **Rohrqualität** | **Nachweis der Güteeigenschaft nach DIN EN 10204** |
|---|---|---|---|---|
| Zwischen Behälterventil und Bereichsventil | Wie im Behälter bei Maximaltemperatur gemäß Abschnitt 5.7 | Das 1,43- [1)] fache des Behälterdrucks | Q1 | Abnahmeprüfzeugnis 3.1 |
| Nach Bereichsventil | Auslegungsdruck | Das 1,43- [1)] fache des Auslegungsdrucks | Q1 | Abnahmeprüfzeugnis 3.1 |
| Fittings [2)]<br>*Hinweis: Gilt für Einbereichsanlagen oder Mehrbereichsanlagen mit Druckreduzierung hinter dem Bereichsventil* | Auslegungsdruck | Das 1,43- [1)] fache des Auslegungsdrucks | Q2 | Werkszeugnis 2.2 |
| Verteilernetz und Steuerleitungen | Auslegungsdruck | Das 1,43- [1)] fache des Auslegungsdrucks [2)] | Q3 | |

[1)] Die Festigkeitsprüfung der Rohre erfolgt durch eine Innendruckprüfung mit Wasser oder eine andere, gleichwertige Prüfung. Die Anforderungen der Druckgeräterichtlinie sind einzuhalten.

[2)] Fittings müssen für den vorgesehenen Einsatzbereich geeignet sein. Werden Fittings durch den Hersteller im Rahmen eines Einzelprüfverfahrens speziell für den Anwendungsfall freigegeben, ist jeder Fitting durch den Hersteller mindestens durch einen roten Farbpunkt und dem Buchstaben D zu kennzeichnen

**Tabelle 6.1:** Mindestanforderungen an Rohre und Fittings

| **Bz.** | **Qualität** |
|---|---|
| Q1 | Rohre:<br>– DIN EN 10216-1<br>Nahtlose Stahlrohre: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur<br>Werkstoffgüte TR2<br>– DIN EN 10216-2<br>Nahtlose Stahlrohre: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen<br>– DIN EN 10216-3<br>Nahtlose Stahlrohre: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen |

ENTWURF

| Bz. | Qualität |
|---|---|
| Q1 | – DIN EN 10216-4<br>Nahtlose Stahlrohre: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen<br>– DIN EN 10216-5<br>Nahtlose Stahlrohre: Rohre aus nichtrostenden Stählen<br>– DIN EN 10217-1<br>Geschweißte Stahlrohre: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur<br>– DIN EN 10217-2<br>Geschweißte Stahlrohre: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhter Temperatur<br>– DIN EN 10217-3<br>Geschweißte Stahlrohre: Rohre aus legierten Feinkornbaustählen<br>– DIN EN 10217-4<br>Geschweißte Stahlrohre: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen<br>– DIN EN 10217-7<br>Geschweißte Stahlrohre: Rohre aus nichtrostenden Stählen<br>– DIN EN 10305-1<br>Präzisionsstahlrohr-Technische Lieferbedingungen, Nahtlos kaltgezogene Rohre<br>– DIN EN 10305-2<br>Präzisionsstahlrohr-Technische Lieferbedingungen, Geschweißte kaltgezogene Rohre |
| Q2 | Fittings:<br>– DIN EN 10242<br>Gewindefittings aus Temperguss. Zugelassener Werkstoffe:<br>– weißer Temperguss nach DIN EN 1562 ab EN-GJMW-400-5<br>Werkstoff Nr. EN-JM1030<br>– schwarzer Temperguss nach DIN EN 1562 ab EN-GJMB-450-6<br>Werkstoff Nr. EN-JM1140 |
| Q3 | Verteilernetz und Steuerleitungen:<br>– DIN EN 10305-1<br>– Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Nahtlos kaltgezogene Rohre<br>– DIN EN 10305-2<br>– Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Geschweißte kaltgezogene Rohre<br>– DIN EN 10305-4<br>Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Nahtlose kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen<br>– DIN EN 10305-6<br>Präzisionsstahlrohr – Technische Lieferbedingungen, Geschweißte kaltgezogene Rohre für Hydraulik- und Pneumatik-Druckleitungen |

ENTWURF

**Tabelle 6.2:** Qualität der Rohre, Fittings, der Steuerleitung und des Verteilernetzes

Fittings müssen, entsprechend Tabelle 6.1, für den auftretenden Betriebsüberdruck ausgelegt und für den Einsatz bei tiefen Temperaturen (ca. -50 °C) geeignet sein

Flexible Leitungen und Schläuche usw. dürfen nur dort verwendet werden, wo starre Rohrleitungen ungeeignet sind. Flexible Leitungen und Schläuche sind so kurz wie möglich auszuführen.

Rohrleitungen mit einem Innendurchmesser kleiner als 8 mm sind nicht zulässig. Rohrleitungen mit einem Innendurchmesser kleiner als 10 mm müssen verzinkt oder aus nicht rostendem Stahl sein.

Die Rohrleitungen müssen außen und innen ausreichend gegen Korrosion geschützt werden, sofern es die Umgebungsbedingungen erfordern. Um empfindliche Geräte, wie z. B. Computer, beim Fluten vor korrosiven Partikeln aus den Rohrleitungen zu schützen, ist mindestens verzinkter Stahl zu verwenden. Wenn die Verwendung von Stahlrohren und Fittings aus Stahl keinen ausreichenden Oberflächenschutz gewährleistet, müssen sonderlegierte Stähle und/oder entsprechender Oberflächenschutz eingesetzt werden.

In Räumen mit elektrischen oder elektronischen Risiken müssen die Rohrleitungen verzinkt sein.

Rohre mit einem Nenndurchmesser $\leq$ 50 mm dürfen nicht durch Schweißen vor Ort, sondern müssen durch anerkannte Werkstatt-Schweißverfahren verbunden werden.

Schweißarbeiten an Rohrleitungen dürfen nur von Schweißern, die nach DIN EN 287 mindestens mit der Qualifikation T BW W01 geprüft sind, durchgeführt werden. Die Schweißnähte müssen mindestens der Bewertungsgruppe CS bzw. BK nach DIN 8563 oder der Gruppe/Symbol C nach DIN EN 25817 entsprechen.

Jede Schweißnaht muss vom ausführenden Schweißer mit einem eigenen Stempelaufdruck markiert werden, so dass später eine eindeutige Zuordnung der Schweißnaht zum Schweißer möglich ist.

Bei feuergefährlichen Arbeiten an Gaslöschanlagen sind grundsätzlich die „Sicherheitsvorschriften für Feuergefährliche Arbeiten“, VdS 2047 zu berücksichtigen.

Zusätzlich sind gesetzliche und behördliche Bestimmungen und Verordnungen sowohl zur Unfallverhütung als auch zur Vermeidung von Bränden zu beachten.

Wenn sich Kondenswasser in den Rohrleitungen bilden kann, müssen Entwässerungsmöglichkeiten vorhanden sein. Sie müssen gegen den Zugriff Unbefugter geschützt sein.

Die Entwässerungseinrichtung muss

- einfach zu betätigen (z. B. Absperrventil mit Stopfen) sowie
- einfach zu warten sein und
- der Einbau muss hängend erfolgen (Abgang von der Löschmittelleitung direkt nach unten oder seitlich bündig zur Unterkante der Löschmittelleitung).

Wird eine automatische Entwässerungseinrichtung verwendet, so muss diese Einrichtung anerkannt sein.

Die Rohrleitungen müssen so verlegt sein, dass sie weder durch ihr Eigengewicht, Temperaturschwankungen, Schwingungen, Auslösung der Löschanlage noch durch anlageneigene oder andere, betriebliche Einwirkungen beschädigt werden können. Sämtliche Rohrleitungen müssen zugänglich sein.

Die Löschanlage muss einen elektrischen Potenzialausgleich erhalten. Wenn notwendig, müssen Potenzialausgleichsleiter (z. B. bei nicht leitenden Rohrverbindungen) zwischen allen Rohrleitungen vorgesehen werden, oder die Anlage muss an verschiedenen Stellen in den Potenzialausgleich einbezogen werden (zusätzlicher Potenzialausgleich).

ENTWURF

Die Rohrleitungen müssen entsprechend DIN VDE 0100, Teil 410 Punkt 413.3.2.6, mit dem Hauptpotenzialausgleichsleiter verbunden werden. Dieser Hauptpotenzialausgleich ist entsprechend DIN VDE 0100, Teil 540, zu dimensionieren.

Der Querschnitt für den Leiter des Hauptpotenzialausgleichs muss mindestens halb so groß wie der Querschnitt des größten Schutzleiters sein, jedoch mindestens 6 $mm^2$ Cu oder gleichwertigem Leitwert.

Darüber hinaus ist in Ex-Bereichen entsprechend DIN VDE 0165, Punkt 6.3, ein zusätzlicher Potenzialausgleich erforderlich. Dieser zusätzliche Potenzialausgleich ist so auszuführen, dass DIN VDE 0100, Teil 410 Punkt 413.3.2.6 eingehalten wird. Der Mindestquerschnitt der Potenzialausgleichleiter muss DIN VDE 0100, Teil 540 Punkt 543.1.3, entsprechen, d. h. mindestens 2,5 $mm^2$ Cu bei mechanischem Schutz oder 4 $mm^2$ ohne mechanischen Schutz.

*Anmerkungen:*

- *In Ex-Bereichen sind die BG-Richtlinien BGR 132 „Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren in Folge elektrostatischer Aufladungen“ zu berücksichtigen.*
- *Für gegebenenfalls einzuhaltende Blitzschutzmaßnahmen sind die Festlegungen der DIN VDE 0185 zu beachten.*

Wenn eine Kennzeichnung der Rohrleitungen vorgesehen ist, so muss diese nach DIN 2403 ausgeführt werden.

## 6.2 Rohrhalterungen

Bei der Auslegung der Rohrhalterungen müssen die bei der Löschgasflutung entstehenden niedrigen Temperaturen berücksichtigt werden. Die Befestigungen müssen außerdem den statischen und dynamischen Belastungen standhalten können.

Durch thermische Einflüsse verursachte Längenänderungen von Rohren sind zu beachten.

Halterungen, die den folgenden Anforderungen nicht entsprechen, müssen speziell anerkannt werden:

- Die Halterungen und Rohrleitungen müssen so bemessen sein, dass die Löschanlage bei extremen Belastungen nicht beschädigt werden kann.
- Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn die Berechnung und Ausführung der Halterungen auf Haupt- und Zusatzbelastung basiert.
- Die Festigkeit der verwendeten Materialien darf bei einem Temperaturanstieg von 20 °C auf 200 °C um nicht mehr als 25 % reduziert werden. Brennbare Materialien dürfen nicht verwendet werden.
- Die Mindestquerschnitte der Rohrhalterungen sind in Tabelle 3.2 aufgeführt.
- Bei Rohrhalterungen, die so konstruiert sind, dass sie die Belastungen anteilig durch mehrere Einzelquerschnitte aufnehmen, muss die Summe der parallel wirkenden Einzelquerschnitte mindestens das 1,5-fache des jeweiligen Mindestquerschnitts betragen.
- Jeder Einzelquerschnitt darf nicht kleiner als 30 $mm^2$ sein. Bei der Beurteilung, ob Rohrhalterungen mehrere parallel wirkende Einzelquerschnitte haben, können Bohrungen für Schrauben und Nietverbindungen unberücksichtigt bleiben. Rohrschellen und andere, das Rohr aufnehmende Bauteile müssen das Rohr ganz umfassen und geschlossen sein.
- Halterungsmaterialien müssen eine Materialstärke von mindestens 3 mm haben. Bei verzinkter Ausführung genügen 2,5 mm. Ausgenommen hiervon sind Schlaufen aus feuerverzinktem Material, die für Rohrleitungen bis 50 mm Nennweite die

ENTWURF

Mindestabmessungen 25 mm x 1,5 mm (12 mm x 1,5 mm bei typgeprüften Schlaufen) haben dürfen.

- Wenn bei Halterungssystemen Gewindestäbe in Sacklöcher (wie z. B. Dübel) geschraubt werden, müssen am anderen Ende des Gewindestabs Möglichkeiten zur Einstellung vorgesehen werden, die es erlauben, den Gewindestab mindestens 20 mm über den Ansatz des Innengewindes hinausragen zu lassen.
- Halterklammern für Leitungen bis 50 mm Nennweite können an schrägen Trägerflanschen befestigt werden. Diese Flanschflächen dürfen nicht mehr als 10° Neigung zur Horizontalebene aufweisen. Die Klammern dürfen nur vertikal wirkenden Kräften ausgesetzt sein. Die Schrauben der Trägerklammern müssen in den schrägen Flansch eingreifen.

Halterungen dürfen nicht für andere Zwecke verwendet werden. Die Halterungen müssen nahe bei Rohrverbindungen befestigt werden.

Die Rohrhalterungen müssen die Rohrleitungen direkt mit dem Gebäude verbinden und dürfen nicht als Halter für andere Gegenstände benutzt werden. Gebäudeteile, an denen die Halterungen befestigt werden, müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen; andernfalls sind zusätzliche Verbindungen zu tragenden Bauteilen herzustellen.

An Stahltrapezblechen, Poren- oder Bimsbetonplatten dürfen nur Rohre mit einer Nennweite bis zu 50 mm befestigt werden. Die Konstruktion muss anerkannt sein. Dabei ist zu beachten, dass die Aufhängung der Rohre in maximal 12 m Abstand an der Tragkonstruktion erfolgen muss und die letzte Düse nicht mehr als 2 m von einer solchen Aufhängung entfernt ist.

Befestigungsdübel in Poren- oder Bimsbetonplatten müssen einen Abstand von mindestens 150 mm vom Plattenrand haben.

ENTWURF

| Nenndurchmesser | Berechnungslast in N | Mindestquerschnitt von Halterungen in $mm^2$ (Gewindegröße) |
|---|---|---|
| ≤ DN 50 | 2000 | 30 (M 8) |
| > DN 50 ≤ DN 100 | 3500 | 50 (M 10) |
| > DN 100 ≤ DN 150 | 5000 | 70 (M 12) |
| > DN 150 ≤ DN 200 | 8500 | 125 (M 16) |
| > DN 200 ≤ DN 250 | 10000 | 150 (M 20) |

**Tabelle 6.3:** Rohrhalterungen

Rohrleitungen dürfen nur in Ausnahmefällen an Betriebs- und Gebäudeeinrichtungen befestigt werden. Bei der Berechnung der Befestigung muss mindestens das 2-fache der Hauptlast der Betriebs- und Gebäudeeinrichtungen und die in Tabelle 6.3 angegebene Berechnungslast für das Rohr eingesetzt werden.

Jedes Rohrleitungsstück, das länger als 1 m ist, muss mit Halterungen befestigt werden.

Der maximale Abstand zwischen zwei Halterungen entlang der Rohrleitung darf die in Tabelle 6.4 angegebenen Werte nicht überschreiten.

| Rohrdurchmesser in mm | Maximaler Abstand zwischen Haltern in m |
|---|---|
| ≤ 25 | 2 |
| > 25 < 50 | 3 |
| ≥ 50 | 4 |

**Tabelle 6.4:** Rohrhalterungsabstände

Können Rohre mit mehr als 50 mm Nennweite aus Konstruktionsgründen nicht mindestens alle 4 m gehaltert werden, kann der Halterungsabstand auf 6 m erhöht werden, wenn das Rohr mit doppelten Halterungen befestigt wird. Hierzu müssen an jedem Halterungspunkt zwei voneinander unabhängige, mit dem Gebäude verbundene Halter vorgesehen werden.

Müssen größere Lasten aufgenommen werden (z. B. Ventile), sind zusätzliche Halterungen erforderlich.

Der Abstand zwischen einem Halter und der letzten Düse eines Rohrstrangs muss so klein wie möglich sein und darf die folgenden Werte nicht überschreiten:

- 0,10 m für Rohre mit Nennweite ≤ 25 mm
- 0,25 m für Rohre mit Nennweite > 25 mm

Für die Verankerung in Betondecken gelten die im Folgenden aufgeführten Anforderungen.

Dübel müssen wie folgt bauaufsichtlich zugelassen sein:

- für Einzelbefestigungen im gerissenen Beton (Europäische Technische Zulassung nach Europäischer Technischer Zulassungsleitlinie 001/Teil 1-4 Opt. 1-6), oder
- für Mehrfachbefestigungen von nichttragenden Konstruktionen (Europäische Technische Zulassung nach Europäischer Technischer Zulassungsleitlinie 001/Teil 6).

  *Anmerkung: Vergleichbare nationale Zulassungen wie z. B. noch gültige Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Dübel zur Verankerung leichter Deckenbekleidungen und Unterdecken sind den Zulassungen nach ETAG 001/Teil 6 gleichgestellt.*

ENTWURF

Die Bemessung der Dübel muss nach der bauaufsichtlichen Zulassung erfolgen. Die maßgebliche Belastung ergibt sich aus dem 1,4-fachen der tatsächlichen Last.

Dübel müssen bezüglich Zugtragfähigkeit (Stahlversagen, $N_{Rk,s}$) und Gewindeanschluss (falls vorhanden) die Anforderungen gemäß folgender Tabelle erfüllen.

| Einsatz zur Deckenbefestigung von Rohrleitungen mit Rohrnennweite D mit einem Dübel je Befestigungsstelle | Mindest-Gewindeanschluss des Dübels | Charakteristische Zugtragfähigkeit (Stahlversagen) $N_{Rk,s}$ [N] |
|---|---|---|
| D ≦ DN 50 | M 8 | ≥ 6000 |
| DN 50 < D ≦ DN 100 | M10 | ≥ 10500 |
| DN 100 < D ≦ DN 150 | M12 | ≥ 15000 |
| DN 150 < D ≦ DN 200 | M16 | ≥ 25500 |
| DN 200 < D ≦ DN 250 | M20 | ≥ 30000 |

**Tabelle 6.5:** Mindestzugtragfähigkeit und Mindestgewindeanschluss

Beim Einsatz von Dübeln, die für Mehrfachbefestigungen von nichttragenden Konstruktionen zugelassen sind, muss sichergestellt sein, dass auch bei theoretischem Versagen eines Dübels das Rohrnetz funktionstüchtig bleibt.

*Anmerkung: Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, dass an Umlenkungen und bei Endbefestigung auskragender Rohre zwei voneinander unabhängige Befestigungsstellen (Rohrhalter) mit je einem Mehrfachbefestigungsdübel ausgeführt werden, oder dadurch, dass an diesen Stellen die Halterungsabständen verkürzt werden. Dabei darf der Abstand des vorletzten Halters zum Rohrende max. 3 m, bei Rohren DN 25 max. 2,5 m, betragen. Befestigungen an Umlenkungen müssen so ausgeführt werden, dass nach einem angenommenen Ausfall eines Halters an einer Umlenkung ein Halterungsabstand von 6 m nicht überschritten wird. Auf Redundanzmaßnahmen kann verzichtet werden, wenn an den entsprechenden Stellen eine Befestigungsstelle mit einem Dübel, der für Einzelbefestigungen im gerissenen Beton zugelassen ist, ausgeführt wird.*

## 6.3 Bereichsventile

Die Bereichsventile müssen außerhalb des Gefährdungsbereichs angeordnet sein, der aus einem Brand im zugehörigen Flutungsbereich resultiert. In der unmittelbaren Umgebung der Bereichsventile dürfen keine brennbaren Materialien gelagert werden.

Bereichsventile müssen so angeordnet sein, dass mögliche Erschütterungen aus der Umgebung sowie Erschütterungen, die beim Öffnen von Behälterventilen oder anderen Bereichsventilen entstehen, nicht zu ihrem Öffnen oder Versagen führen können.

Das automatische Öffnen von Bereichsventilen muss entweder durch mechanische und/oder pneumatische und/oder elektrische Mittel erfolgen. Diese Vorrichtungen sind so auszulegen, dass ihre Funktion leicht vor Ort zu überprüfen ist, ohne dass während der Prüfung Löschgas ausströmt.

Die Bereichsventile müssen automatisch und spätestens gleichzeitig mit dem Behälterventil öffnen.

## 6.4 Düsen

Die Düsen müssen so angeordnet sein, dass ein gleichförmiger Aufbau der erforderlichen Löschgaskonzentration erreicht wird. Die maximale Grundfläche, die einer Düse zugeordnet ist, darf 30 $m^2$ nicht überschreiten.

Die Düsen sind so anzuordnen, dass durch austretendes Löschgas keine brennbaren Materialien aufgewirbelt werden.

Die Düsen sind so anzuordnen, dass die zu schützenden Einrichtungen nicht durch das austretende Löschgas beschädigt werden.

Die Düsen müssen im oberen Teil des Berechnungsbereiches angeordnet werden. Wenn der Berechnungsbereiches über 5 m hoch ist, muss für eine gleichmäßige Verteilung gesorgt werden, z. B. durch das Installieren zusätzlicher Düsen auf Zwischenebenen.

In Bereichen, in denen die Düsen verschmutzen können, sind ausreichende Schutzmaßnahmen vorzusehen. Diese Schutzvorrichtungen müssen anerkannt sein und dürfen das Ausströmen von Löschgas nicht behindern.

Die Düsen sind so anzuordnen, dass die rasche homogene Verteilung des Löschgases im Raum nicht durch den Niederschlag von flüssigem Löschmittel beeinträchtigt wird.

ENTWURF

### 6.4.1 Zusätzliche Anforderungen für HFC227ea

**Bei HFC227ea-Löschanlagen** ist aufgrund der starken Abkühlung der sich im Düsenstrahl befindlichen Hindernisse, Raumumfassung, Einrichtungen und Gegenstände etc. ein Mindestabstand von min. 1 m zur Düse einzuhalten.

### 6.4.2 Zusätzliche Anforderungen für FK-5-1-12

**Für FK-5-1-12-Löschanlagen** sind folgende Anforderungen im Hinblick auf Hindernisse, Raumumfassung, Einrichtungen und Gegenstände etc. einzuhalten (siehe Bild 3.1):

- Eine Fläche um die Düse mit einem Radius von 0,2 m ist vollständig freizuhalten.
- In Strahlrichtung jeder Bohrung ist über die gesamte Verdampfungslänge hinweg ein Zylinder mit einem Durchmesser von 10 % der Verdampfungslänge freizuhalten. Es sind lediglich einzelne, gut umströmbare Objekte mit geringem Querschnitt zulässig.

  *Anmerkung: Hierzu zählen z. B.: Doppelbodenstützen, Halterungen für Abhangdecken, Leitungen geringen Querschnitts*

Zusätzlich ist, zur Sicherstellung einer hinreichenden Luftzumischung in den Strahl (Zuführung der Verdampfungswärme), bei Einrichtungen oder Raumumfassung, welche parallel zum Düsenstrahl über die gesamte Verdampfungslänge verlaufen, ein Mindestabstand einzuhalten. Beispiele: Lüftungskanäle, Decken, Unterzüge.

Dieser Mindestabstand (Abstand Strahlachse zu Hindernis) wird ebenfalls durch die Verdampfungslänge $L_V$ definiert und beträgt 0,1 × $L_V$.

Beispiel zur Berechnung der Mindestabstände:

- Verdampfungslänge gemäß Berechnung ($L_V$): 3 m
- Vollständig freizuhaltender Radius um die Düse: 0,2 m
- Freizuhaltender Durchmesser des Kernstrahles (0,1 × $L_v$): 0,3 m
- Seitlicher Mindestabstand des Kernstrahles (0,1 × $L_v$): 0,3 m

ENTWURF

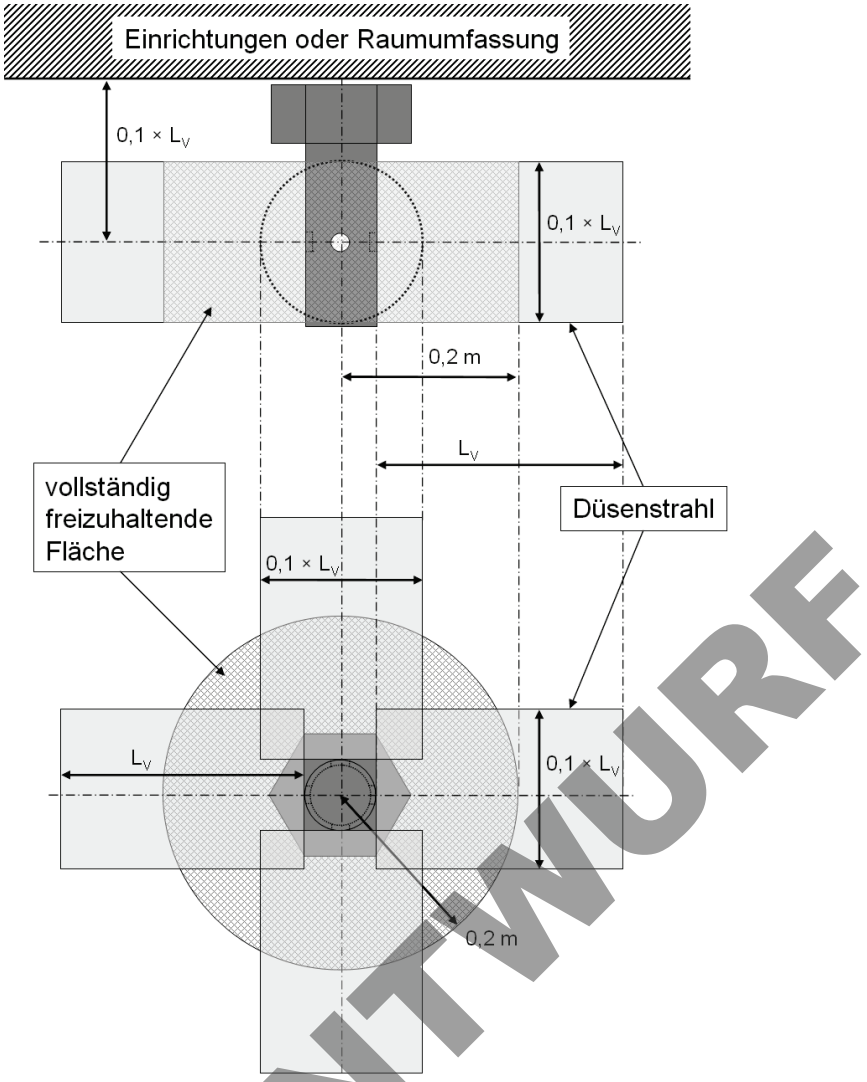



**Abbildung 6-1:** Mindestabstände (Seitenansicht und Draufsicht)

ENTWURF

## 6.5 Zertifizierung und Prüfung

Es empfiehlt sich, Rohrleitungen und elektrische Leitungen nicht durch ungeschützte Bereiche zu verlegen. Ist dies nicht möglich, muss die Rohrleitung in jedem Fall so geschützt und installiert werden, dass ein Schaden im Brandfall minimal ist.

Vor der Verlegung müssen die Rohre innen gereinigt und nach der Verlegung, jedoch vor Einbau der Düsen, sorgfältig ausgeblasen werden. Das Ausblasen der Rohre ist entsprechend Anhang N schriftlich zu dokumentieren und an den Betreiber zu übergeben.

Für das Rohrnetz ist entsprechend Druckgeräterichtlinie ein Konformitätsbewertungsverfahren durchzuführen. Nach einer Wasserdruckprüfung sind Einrichtungen und Rohre gründlich zu reinigen und zu trocknen. Ist kein Verfahren erforderlich, sind die folgenden Mindestanforderungen zu erfüllen:

- Druckbeaufschlagte Teile der Anlage müssen einer Druckprüfung unterzogen werden. Hierzu ist eines der beiden Verfahren zu erfüllen:
  - Die Rohre sind nach dem Einbau einer Wasserdruckprüfung mit dem 1,43-fachen Betriebsdruck über einen Zeitraum von mindestens 30 min +10/-0 min zu unterziehen. Während dieser Zeit darf der Druckabfall nicht mehr als 5 % betragen.

Einrichtungen und Rohre müssen nach der Prüfung gründlich gereinigt und getrocknet werden.

- Bei der Verwendung von Flanschverbindungen oder von VdS als gleichwertig anerkannten Systemen, kann diese Wasserdruckprobe vor Ort ersetzt werden durch eine Wasserdruckprobe der Einzelkomponenten oder von Rohrsegmenten (Spool) mit einem Prüfüberdruck entsprechend Tabelle 6.1. In diesen Fällen muss nach dem Einbau eine Dichtigkeitsprüfung mit Gas ($p_{abs}$ = 3 bar) erfolgen, nach 10 Minuten darf der Druckabfall 20 % des Prüfdruckes nicht überschreiten. Die Verbindungsstellen sind ggf. mit einem schaumbildenden Mittel zu prüfen.

- Wenn es mit der Druckgeräterichtlinie vereinbar ist, kann bei offenen Rohrleitungen nach den Bereichsventilen diese Wasserdruckprobe vor Ort durch andere Maßnahmen ersetzt werden. In diesen Fällen muss nach dem Einbau
  - eine Sichtprüfung unter besonderer Beachtung der ordnungsgemäßen Anschlüsse von Schraub- und Flanschverbindungen erfolgen und
  - eine Prüfung des installierten Rohrnetzes mittels Druckbeaufschlagung (z. B. im Rahmen einer Teilflutung gem. Abschnitt 9.2).

# 7 Branderkennung

Bei elektrischer Ansteuerung der Löschanlage muss die Branderkennung über eine Brandmeldeanlage erfolgen. Dabei sind, soweit im Folgenden nichts anderes festgelegt ist, die Richtlinien für Brandmeldeanlagen, VdS 2095, sowie zur Ansteuerung von Feuerlöschanlagen, VdS 2496, einzuhalten.

## 7.1 Kriterien zur Wahl der Branderkennungselemente

Zur Bestimmung der geeignetsten Art der Branderkennung für die vorhandene Brandgefahr sind die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Brandentwicklung und detektierbare Brandkenngrößen in der Entstehungsphase,
- Raumhöhe,
- Umgebungsbedingungen und
- Risiken der Auslösung von Falschalarmen in den zu schützenden Bereichen.

Für Räume mit Computeranlagen und elektrischen Schalt- und Verteilereinrichtungen gilt, dass zur Ansteuerung der Löschanlage nur automatische Brandmeldeanlagen entsprechend den Richtlinien für Brandmeldeanlagen, VdS 2095, verwendet werden dürfen.

*Hinweis: Wenn sich explosive Atmosphären bilden können, sind geeignete elektrische Systeme zu verwenden.*[5]

## 7.2 Branderkennungselemente

Branderkennungselemente müssen entweder dem entsprechenden Teil von EN 54 oder den VdS-Richtlinien für Branderkennungselemente „VdS-anerkannte Bauteile und Systeme für Gaslöschanlagen“, VdS 2473, entsprechen.

[5] Siehe auch DGUV-R 113-001

ENTWURF

Branderkennungselemente können sein:

- elektrisch wirkende Elemente, z. B. Stabtemperaturfühler;
- solche, die den Normen für automatische Brandmelder entsprechen, z. B. EN 54-7.

Branderkennungselemente müssen so angeordnet oder entsprechend geschützten werden, dass Verschmutzung, z. B. durch Staub, nicht auftreten kann.

# 8 Ansteuerung und Auslösung

Zusätzlich zu den im Folgenden aufgeführten Anforderungen sind die Richtlinien für die Ansteuerung von Feuerlöschanlagen (VdS 2496), sowie die Richtlinien für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Einsatz von Feuerlöschanlagen mit Löschgasen (VdS 3518) einzuhalten.

## 8.1 Verzögerungseinrichtung

Um die im Flutungsbereich befindlichen Personen davor zu warnen, dass die Flutung unmittelbar bevorsteht, muss die Flutung nach der Auslösung so lange verzögert werden, dass ein Verlassen des Schutzbereichs ohne unangemessene Hast erfolgen kann. Die Flutung muss für mindestens 10 s verzögert werden.

Die Anforderungen an Verzögerungseinrichtungen und ihren Einsatz in den Regeln der Berufsgenossenschaften, bzw. VdS 3518 sind zu beachten.

Die Vorwarnzeit darf nicht länger sein, als es für eine sichere Evakuierung nötig ist. Falls die erforderliche Vorwarnzeit 30 s überschreitet, ist es notwendig, für das gesamte Löschanlagenkonzept die Zustimmung der Technischen Prüfstelle von VdS einzuholen.

## 8.2 Manuelle Auslösung

Die Löschanlage muss mit einer Einrichtung zur manuellen Auslösung ausgestattet sein.

Die Einrichtungen zur manuellen Auslösung sollten nahe beim Ausgang, außerhalb des zu schützenden Raumes, angeordnet sein.

Folgende Anforderungen an die manuelle Auslösung sind zu erfüllen:

- Sichere Position
- Leichter Zugang
- Direkte und schnelle Bedienbarkeit
- Eindeutige Kennzeichnung

  *Hinweis: Der angeschlossene Schutzbereich muss an jeder manuellen Auslöseeinrichtung erkennbar sein.*
- Schutz gegen unbeabsichtigtes Auslösen

Für die Ausführung der manuellen Auslösung sind die Anforderungen gemäß VdS 2496 zu berücksichtigen.

Die manuelle Auslöseeinrichtung darf auf keinen Fall die Anforderungen des Personenschutzes (Vorwarnzeit und Verzögerungseinrichtung) umgehen.

ENTWURF

## 8.3 Blockiereinrichtung

| Anforderungen | |
|---|---|
| Klasse 1 | Löschanlagen müssen über eine mechanische Blockiereinrichtung verfügen |
| Klasse 2 | Wenn es betriebsbedingt notwendig ist kann, bei Anlagen des Schutzziels 4, neben der mechanischen zusätzlich eine elektrische Blockiereinrichtung installiert werden.<br>Beispiel: Türkontaktschalter (Endlagenschalter) an einer Bearbeitungsmaschine |

Die Blockierstellung einer Blockiereinrichtung jeder Gaslöschanlage muss an einer ständig besetzten Stelle im Betrieb optisch angezeigt werden. Die Ausführung muss entweder über eine gelbe separate Anzeige mindestens als Sammelanzeige je Gaslöschanlage, oder über ein alphanumerisches Display mit einer zusätzlichen gelben Sammelanzeige erfolgen. Die Anzeigen dürfen nicht unterdrückt werden, ausgenommen sind diejenigen im alphanumerischen Display.

Ein Warnhinweis, dass der Löschgasvorrat blockiert wurde, muss sowohl am Löschgasvorrat als auch an den Zugängen zum Flutungsbereich angebracht werden, bevor Arbeiten an der Anlage beginnen.

Die Anforderungen an nichtelektrische Blockiereinrichtungen und ihren Einsatz in den Regeln der Berufsgenossenschaften, bzw. VdS 3518 sind zu beachten.

In Mehrbereichsanlagen ist für jeden Flutungsbereich eine mechanische Blockiereinrichtung vorzusehen.

Die Blockiereinrichtung darf die Branderkennungs- und Alarmfunktionen nicht außer Kraft setzen.

## 8.4 Alarmierung

Die Löschanlage muss mit mindestens einer Alarmierungseinrichtung ausgerüstet sein.

Diese Alarmierungseinrichtung ist als gesicherte elektrische Alarmierungseinrichtung (d. h. die Zuleitungen sind überwachte Übertragungswege gemäß Abschnitt 4.3 der VdS 2095 und die Energieversorgung entspricht Abschnitt 4.4 der DIN VDE 0833-1) oder als pneumatische Alarmierungseinrichtung auszuführen.

Wenn die in Abschnitt 4 spezifizierten Kriterien für mögliche Personengefährdung, erfüllt, müssen zwei voneinander völlig unabhängige Alarmierungseinrichtungen vorgesehen werden, z. B. eine pneumatische Alarmierungseinrichtung, die von derselben Energieversorgung versorgt bzw. ausgelöst wird wie die Verzögerungseinrichtung, und eine gesicherte elektrische Alarmierungseinrichtung.

Unmittelbar nach der Ansteuerung muss ein Alarm ertönen.

Akustische Alarme sollten durch optische Anzeigen ergänzt werden.

Spätestens mit Beginn der Flutung muss an den Zugängen zum Flutungsbereich eine optische Warnung (Anzeige-/Leuchttableau) erfolgen.

ENTWURF

Wenn die Anlage ausgelöst wird, muss ein Alarmsignal an eine ständig besetzte Stelle übermittelt werden. Die Alarmsignale sollten auch der Feuerwehr oder einer anderen Alarmzentrale übermittelt werden.

Die Anforderungen an Alarmierungseinrichtungen in den Regeln der Berufsgenossenschaften sind zu beachten.

## 8.5 Elektrisches Leitungsnetz

Das elektrische Leitungsnetz muss den gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen, den Richtlinien für Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau, VdS 2095 und den folgenden Anforderungen entsprechen.

Für die Verlegung der elektrischen Leitungen sind die einschlägigen Regeln der Technik zu beachten. Die Leitungen sind gegen betriebliche Gefahren ausreichend zu schützen.

Elektrische Leitungen sollten soweit wie möglich durch geschützte Bereiche geführt werden.

Die Anforderungen gemäß VdS 2496 sind zu beachten.

## 8.6 Pneumatische Steuerleitungen

Pneumatische Steuerleitungen müssen aus verzinktem Stahl, Kupfer oder ähnlichen korrosionsbeständigen Metallen gefertigt sein. Flexible Leitungen oder Schläuche usw. dürfen nur dort eingesetzt werden, wo starre Leitungen ungeeignet sind.

Die Druckbeständigkeit muss der vorgeschalteten Druckversorgung entsprechen.

Pneumatische Steuerleitungen müssen so verlegt sein, dass sie weder durch ihr Eigengewicht, Temperaturschwankungen, Schwingungen, Auslösung der Löschanlage noch durch andere Einwirkungen beschädigt werden können. Der maximale Abstand zwischen zwei Halterungen darf bei Stahlrohren 2 m, bei Kupferrohren 1 m nicht überschreiten.

Sämtliche Rohrleitungen müssen zugänglich sein.

Löschanlagen mit pneumatischen Steuereinrichtungen müssen über fest installierte und selbstverschließende Prüfanschlüsse verfügen, um eine Einrichtung zur Prüfung aller Steuervorgänge anschließen zu können.

Die Prüfeinrichtung muss aus dem Kupplungsgegenstück zum Prüfanschluss, einem Schlauch, einem Manometer, einer Entlastungsmöglichkeit und einer Prüfflasche mit Absperrventil bestehen. Die Entlastung der Steuerleitung muss zur Minimierung des Prüfaufwandes in kurzer Zeit möglich sein. Die Prüfflasche muss eine Füllmenge haben, die mindestens das 5-malige Ansteuern der Anlage mit jeweils einer Alarmierungszeit für die pneumatisch betriebenen Alarmmittel von 1 min ermöglicht. Die Prüfflasche darf kein Tauchrohr haben. Außerdem müssen die für die Funktionsprüfung der Feuerlöschanlage notwendigen Werkzeuge vorhanden sein.

Im System muss eine Prüfeinrichtung verfügbar sein, die es ermöglicht, für jede Gruppe von Behältern, die gemeinsam geöffnet werden, getrennt zu prüfen, ob die erforderliche Energie (Art und Niveau) zur Verfügung steht.

Pneumatisch gesteuerte Löschanlagen mit Personengefährdung sind so zu konzipieren, dass Schleichgas aufgrund von Leckagen in Steuerventilen nicht zu einer vorzeitigen Auslösung bzw. einer Auslösung ohne Voralarm führen kann.

ENTWURF

## 8.7 Steuerflasche

Steuerbehälter müssen einen Mindestinhalt von 500 g haben. Der Inhalt von Steuerbehälter muss überwacht werden. Ein Verlust von mehr als 10 % des Gasinhaltes in einer Steuerflasche muss automatisch angezeigt werden.

Wenn Steuerbehälter auch zur Bevorratung der Löschgaseinsatzmenge dienen (Pilotflasche), müssen sie die Bestimmungen des Abschnitts 5.6 erfüllen.

## 8.8 Betriebsmittelabschaltung

Aus brandschutztechnischer Sicht müssen alle Energiequellen/Betriebsmittel stromlos geschaltet werden um die mögliche Brandquelle zu eliminieren und/oder eine Rückzündung zu verhindern.

Muss die Löschgaskonzentration über längere Zeit aufrechterhalten werden, ist die Abschaltung von Be- und Entlüftungen unbedingt erforderlich.

Wenn es nutzungsbedingt möglich ist, muss das Ansprechen des ersten Branderkennungselements (Erstalarmsignal) bzw. die Betätigung der manuellen Auslöseeinrichtung zur Abschaltung der Be- und Entlüftungsanlage führen. Soweit erforderlich müssen ebenfalls zu diesem Zeitpunkt die Betriebsmittel abgeschaltet werden.

Bei Gaslöschanlagen müssen Funktionsprüfungen jederzeit möglich sein. Können Betriebsmittel, die von der Löschanlage angesteuert werden, aus betrieblichen Gründen während der Arbeitszeit nicht abgeschaltet werden, müssen Gaslöschanlagen mit einem Bedienelement (vorzugsweise Schlüsselschalter) versehen werden, mit dem die automatische Abschaltung der Betriebsmittel, z. B. EDVA oder Lüftungsanlagen, außer Funktion gesetzt werden kann. Dieser Betriebszustand muss mit einer am Bedienelement angeordneten, separaten optischen Anzeige sowie an einer ständig besetzten Stelle eindeutig angezeigt werden. Die Abschaltung darf nur dazu berechtigten Personen möglich sein.

Die Wiedereinschaltung der Be- und Entlüftung sowie ggf. abgeschalteter Betriebsmittel darf nur durch dazu berechtigte Personen erfolgen.

Anforderungen zur Behandlung maschineller Rauch- und Wärmeabzugsanlagen siehe Abschnitt 5.2.1.

ENTWURF

## 8.9 Energieversorgung für elektrisch gesteuerte Anlagen

Die Energieversorgung für die Brandmeldeanlage ist gemäß VdS 2095 auszulegen.

Die Energieversorgung für elektrische Steuereinrichtungen ist gemäß VdS 2496 auszulegen.

# 9 Erstprüfung und wiederkehrende Prüfung

Die Gaslöschanlage ist regelmäßig, d. h. mindestens einmal im Jahr, durch einen Sachverständigen der zuständigen Stelle zu prüfen (Siehe Abschnitt 1.6.3).

Ist eine Flutung aufgrund möglicher Gefährdungen nicht möglich, müssen die Gründe im Installationsattest des Errichters angeführt werden.

## 9.1 Vollflutung

Eine Vollflutung muss durchgeführt werden, wenn nicht mit anderen Methoden nachgewiesen werden kann, dass die Löschanlage diesen Richtlinien entspricht. Der Löschgaskonzentrationsverlauf muss dabei kontinuierlich aufgezeichnet werden. Der Zeitraum, über den die Erfassung und Aufzeichnung der Konzentrationsmesswerte erfolgt, sollte vom Zeitpunkt der Auslösung an nicht weniger als 10 min betragen oder der erforderlichen Haltezeit entsprechen.

Während der Vollflutung sind folgende Werte aufzunehmen und zu speichern:

- Flutungsdauer
- Löschgaskonzentration

Die Konzentrationsmessstellen müssen mindestens am Boden und an der Decke angebracht werden (10 % und 90 % der Raumhöhe). Ebenso sind Werte an Stellen aufzunehmen, an denen mehrere Bereiche miteinander in Verbindung stehen, z. B. unter Kabelböden oder aber über abgehängten perforierten Zwischendecken und in Bereichen, in denen mit einem verzögerten Konzentrationsaufbau bzw. schnellerem Konzentrationsabbau gerechnet werden muss (z. B. ungünstige Raumaufteilungen, Einrichtungen) sowie an für den Personenschutz kritischen Stellen.

Werden mit einer Löschanlage mehrere Bereiche geschützt, muss jeder Raum separat geprüft werden.

Die Prüfungen sollen unter den normalen Einsatzbedingungen der Löschanlage, jedoch ohne Brand, durchgeführt werden.

Die Prüfungen und Messungen sowohl bei einer Vollflutung als auch bei Anwendung anderer Prüfmethoden müssen von VdS durchgeführt werden.

## 9.2 Teilflutung

Bei einer Teilflutung (Flutung mit einer Teilmenge von ca. 10 % der Einsatzmenge, jedoch mit mindestens einem Behälter) muss feststellbar sein, dass alle Düsen mit Gas beaufschlagt werden. Hierzu kann anstelle des Löschgases auch ein Ersatzgas verwendet werden.

## 9.3 Dichtigkeit der Umfassungsfläche

Gemäß Abschnitt 5.3 muss ein Vollflutungstest wie in Abschnitt 9.1 beschrieben – oder eine andere Prüfung, die den in Abschnitt 5.3 geforderten Nachweis liefert[6] – durchgeführt werden, wenn die Raumoberfläche nicht in die Berechnung der Einsatzmenge eingehen soll.

Bei relevanten Änderungen der Umfassung des Flutungsbereiches sowie spätestens alle 2 Jahre muss die Dichtigkeit der Umfassungsfläche des Flutungsbereiches überprüft werden, z. B. mit Hilfe einer Door-Fan-Prüfung.

Erfolgte die Mengenberechnung nach Abschnitt 5.3 mit Berücksichtigung der Raumoberfläche, so ist in der Regel eine visuelle Überprüfung der Dichtigkeit der Umfassungsfläche des Flutungsbereiches ausreichend.

[6] z.B. Door-Fan-Prüfung gemäß Anhang L.

ENTWURF

*Hinweis: Die Berücksichtigung der Raumoberfläche bei der Mengenbemessung führt zu einem höheren Sicherheitspotenzial bezüglich des Erreichens der Löschkonzentration, kann jedoch nur begrenzt Abströmverluste durch Leckagen, die zu einem Unterschreiten der geforderten Haltezeit führen, ausgleichen.*

### 9.4 Explosionsfähige Atmosphäre

In Räumen mit Explosionsgefahr muss vor der Funktionsprüfung die einwandfreie Erdung der Anlage überprüft werden. Der Flutungsbereich ist mit geeigneten Messgeräten auf explosionsfähige Atmosphäre zu untersuchen. Der Betreiber muss die Freigabe zu den Funktionsprüfungen erteilen.

## 10 Erhaltung der Betriebsbereitschaft

*Hinweis: Dieser Anhang beinhaltet das Merkblatt VdS 2893.*

### 10.1 Allgemeines

Gaslöschanlagen zeichnen sich durch eine hohe Erfolgsquote beim Löschen von Bränden, auch in Risiken mit hoher Brandbelastung, aus. Zur Erhaltung der Betriebsbereitschaft dieser Löschanlagen sind regelmäßige Kontrollen und Instandhaltungen erforderlich. Dieser Anhang beschreibt, welche Maßnahmen an den Anlagen mindestens ausgeführt werden müssen und wer für die Ausführung verantwortlich ist. Die Vielfalt der verschiedenen Anlagenausführungen lässt es jedoch nicht zu, alle Kontroll- und Instandhaltungsmaßnahmen spezifiziert aufzuführen.

Für die Betreuung der Gaslöschanlage sind von der Unternehmensleitung des Betreibers ein verantwortlicher Betriebsangehöriger sowie ein Stellvertreter zu benennen.

Der Betreiber muss dafür sorgen, dass

- die Anlage jederzeit diesen Richtlinien entspricht,
- die Anlage jederzeit betriebsbereit ist,
- die Anlage entsprechend den Anweisungen des Errichters und diesen Richtlinien überwacht, gewartet und geprüft wird,
- die Anlage auf der Basis eines Vertrages mindestens einmal im Jahr von einem Sachverständigen der zuständigen Stelle geprüft wird,
- alle Fehler und Mängel innerhalb von Fristen, welche die zuständige Stelle festlegt, beseitigt werden.

### 10.2 Einweisung und Ausbildung des Personals

Der Betreiber muss eine verantwortliche Person und deren Stellvertreter (Betriebsangehörige des Betreibers) benennen, die nach entsprechender Unterweisung durch den Errichter sicherstellen müssen, dass die Anlage in betriebsbereitem Zustand gehalten wird. Sie haben für die Einhaltung der Bedienungs- und Instandhaltungsanweisungen des Errichters und der gesetzlichen Bestimmungen zu sorgen. Von ihnen sind die folgenden beschriebenen Kontrollen durchzuführen, erforderliche Reparaturen zu veranlassen und alle getroffenen Maßnahmen sowie Ereignisse im Betriebsbuch (VdS 2240) einzutragen.

Name, betriebliche Anschrift und Telefonnummer der verantwortlichen Person sowie die ihres Stellvertreters sollten gut sichtbar in der Löschgaszentrale angebracht sein.

Im Flutungsbereich oder in angrenzenden Bereichen beschäftigte Personen müssen sorgfältig in die vor, während und nach einer Flutung der Gaslöschanlage zu treffenden Maßnahmen eingewiesen und entsprechend geschult werden.

ENTWURF

Mit Reparaturen und anderen Arbeiten beauftragte Personen, denen aber nicht ständig ein Arbeitsplatz innerhalb des Flutungsbereiches zugewiesen ist, dürfen diese Arbeiten nur dann ausführen, wenn sie eine schriftliche Genehmigung (Datum, Uhrzeit und Dauer) von einem Verantwortlichen erhalten haben. Diese Personen müssen ebenfalls die oben beschriebene Einweisung erhalten haben oder es muss ständig eine der verantwortlichen Personen anwesend sein.

## 10.3 Überprüfungen

Um die Betriebsbereitschaft sicherzustellen, müssen regelmäßig Überprüfungen durchgeführt werden.

Häufigkeit und Umfang dieser Überprüfungen sind abhängig von der Art der Gaslöschanlage, den nationalen Bestimmungen, den Umgebungsbedingungen usw.

Die Überprüfungen müssen von Personen durchgeführt werden, die speziell in diese Arbeit und in ihre Pflichten gründlich eingewiesen sind sowie ein ausreichendes Wissen über die Gaslöschanlage besitzen.

Es müssen entsprechend den Angaben des Errichters tägliche, wöchentliche und monatliche Überprüfungen durchgeführt werden.

### 10.3.1 Tägliche Überprüfungen

An allen Werktagen sind täglich Sichtprüfungen aller Anlagenanzeigen durchzuführen. Der maximale Abstand der Kontrollen darf durch Sonn- und Feiertage drei Tage nicht überschreiten.

Sind die Löschmittelbehälter drucküberwacht, so sind die Drücke zu kontrollieren und anhand der Tabellen festzustellen (Siehe Abschnitt 5.7), ob Schwund vorliegt.

Bei Anlagen, deren Betriebsbereitschaft gemäß diesen Richtlinien ständig überwacht wird, darf auf diese täglichen Kontrollen verzichtet werden. Diese Überprüfungen sind jedoch mindestens wöchentlich durchzuführen.

### 10.3.2 Wöchentliche Überprüfungen

Einmal pro Woche sind folgende Überprüfungen durchzuführen:

- Branderkennungseinrichtungen (visuelle Prüfung des Zustandes hinsichtlich Verschmutzung und Beschädigung).
- Lösch- und Steuergasvorrat: tritt ein größerer Verlust als 10 % des Vorrats in einem Behälter auf, so ist der Behälter auszutauschen oder aufzufüllen.
- Betriebsstellung der Ventile.
- Energieversorgungen (visuelle Prüfung der Betriebsbereitschaft der Brandmelderzentrale bzw. elektrischen Steuereinrichtung).

### 10.3.3 Monatliche Überprüfungen

Monatlich sind folgende Überprüfungen durchzuführen:

- Funktionsprüfung der Einrichtungen zur Betätigung und Auslösung von Brandschutztüren und Klappen, Energieversorgung usw.
- Visuelle Prüfung des Zustandes hinsichtlich Verschmutzung und Beschädigung der

ENTWURF

  - akustischen und optischen Alarmmittel,
  - Verzögerungseinrichtung,
  - Düsen.
- Visuelle Prüfung der
  - Raumdichtheit,
  - weiteren Einrichtungen.

## 10.4 Betriebsbuch

Es muss ein Betriebsbuch geführt werden. Folgende Eintragungen sind vorzunehmen:

- Ergebnis der Überprüfungen,
- Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten (Grund, Art),
- alle anderen Ereignisse, welche die Gaslöschanlage betreffen (z. B. Brand, Löscheinsatz, Fehlauslösung, Außerbetriebnahme, Störungen).

## 10.5 Änderungen

Werden Änderungen vorgenommen, die einen nachteiligen Einfluss auf die Wirksamkeit der Gaslöschanlage haben (Änderung der Brandgefahr, Raumabschluss, Lüftung etc.), muss der Versicherer unterrichtet und die Gaslöschanlage entsprechend angepasst werden.

Änderungen und Erweiterungen der Gaslöschanlage müssen von einer für das jeweilige System anerkannten Errichterfirma durchgeführt werden.

## 10.6 Außerbetriebsetzung

Ist die Gaslöschanlage für mehr als 24 Stunden außer Betrieb, müssen der Versicherer und, soweit erforderlich, andere Stellen (z. B. Behörden, hilfedienstleistende Stellen) benachrichtigt werden.

Während dieser Zeit ist der Brandschutz durch andere Maßnahmen sicherzustellen.

Nach jedem Auslösen der Gaslöschanlage muss diese durch eine für das System anerkannte Errichterfirma überprüft und wieder in Betrieb genommen werden.

## 10.7 Instandhaltung

Um die ständige Betriebsbereitschaft der Gaslöschanlage entsprechend der Anerkennung sicherzustellen, sind regelmäßig Instandhaltungen einschließlich wiederkehrender Überprüfungen durchzuführen.

Instandhaltungsarbeiten sind so durchzuführen, dass die Außerbetriebnahme zeitlich so kurz und in ihrem Umfang so gering wie möglich gehalten wird. Bei Mehrbereichsanlagen sollten die Schutzbereiche – sofern möglich - nacheinander stillgelegt werden, so dass immer nur ein kleiner Teil der Gaslöschanlage außer Betrieb ist.

Störungen müssen sofort nach Entdeckung gemeldet werden. Reparaturarbeiten müssen so schnell wie möglich innerhalb von 12 Stunden nach Meldung einer Störung beginnen.

An Gaslöschanlagen sind mindestens einmal jährlich Instandhaltungsarbeiten ausführen zu lassen.

ENTWURF

Instandhaltungsarbeiten müssen durch einen anerkannten Errichter, vorzugsweise durch die Firma, die die Gaslöschanlage ursprünglich errichtet hat, durchgeführt werden. Diese Errichterfirma muss für das Instand zu haltende System anerkannt sein.

# 11 Überwachung von Löschanlagen

## 11.1 Allgemeines

In folgenden Fällen muss die Betriebsbereitschaft von Löschanlagen selbsttätig überwacht werden:

- Schutzbereich größer als 500 $m^3$,
- Schutzbereich größer als 250 $m^3$, bei denen aus Personenschutzgründen eine Verzögerungszeit erforderlich ist.

Ist in geschützten Bereichen im Brandfall mit hohen Schäden (z. B. Folgeschäden, Betriebsunterbrechung) zu rechnen, sollte auch bei einem geringeren Raumvolumen eine selbsttätige Überwachung der Löschgasanlage installiert werden.

Die in den folgenden Abschnitten 11.2 bis 11.7 aufgeführten Anlagenteile müssen ständig auf ihre Betriebsbereitschaft überwacht werden und Abweichungen vom betriebsbereiten Zustand als Störungen automatisch weitergemeldet werden. Durch den Ausfall oder falsche Betriebsstellung kann das Ausströmen des Löschmittels (bzw. einer ausreichenden Löschmittelmenge) oder die Funktion der Alarmierungs- und Verzögerungseinrichtung im Falle einer Ansteuerung verhindert oder dadurch ein Ausströmen in einen nicht angesteuerten Bereich verursacht werden.

Die Überwachungseinrichtung muss immer prüfbar sein.

In keinem Fall darf die Überwachungsanlage die einwandfreie Funktion der Löschanlage beeinträchtigen.

ENTWURF

## 11.2 Absperr-, Auslöse- und Verteilereinrichtungen

Die richtige Betriebsstellung folgender Komponenten muss überwacht werden:

- nichtelektrische Steuereinrichtungen,
- Blockiereinrichtungen,
- Bereichsventile,
- Umschalteinrichtungen für Einsatz-/Reservebatterie.

## 11.3 Löschmittelmenge

Die ausreichende Bevorratung von Löschmittel und Steuergas sowie Druckpolster sind zu überwachen. Für jeden einzelnen Behälter sind ein Verlust von mehr als 10 % des Löschmittels, des Druckpolsters sowie des Steuergases anzuzeigen. Dies gilt für alle Behälter

- der Einsatzbatterie und alle fest an das Rohrnetz angeschlossenen Behälter der Reservebatterie sowie
- zur Sicherung der Alarmgabe und/oder pneumatischen Anlagensteuerung.

Erfolgt die Schwundüberwachung mittels Druckmessung, so ist zusätzlich die Temperatur am Aufstellort der Behälter zu überwachen. Der Temperaturbereich am Aufstellort der Behälter ist festzulegen (z. B. 5 bis 25 °C). Die verwendeten Bauteile (z. B. Kontaktmano-

meter, Druckschalter) müssen für den Temperaturbereich anerkannt sein. Die Überschreitung der maximalen Temperatur des festgelegten Temperaturbereiches ist als Störung (z. B. Sammelstörung Schwund) anzuzeigen.

## 11.4 Elektrische Leitungen

Elektrische Leitungen, die Alarm- oder Störungsmeldungen oder Signale für die Überwachung, Anlagensteuerung und Alarmierung (gesicherte erste Alarmgabe) übertragen, müssen als überwachte Übertragungswege nach VdS 2095 ausgeführt werden. Die Richtlinien für Brandmeldeanlagen, VdS 2095, sind zu beachten.

Zusätzliche notwendige Steuerungen (Abschaltungen von Betriebsmitteln, Klima- oder Lüftungsanlagen, Schließen von Raumabschlüssen, usw.) dürfen über Sekundärleitungen erfolgen.

## 11.5 Elektrisch betriebene Bauteile der Löschanlage

Die Energieversorgung von elektrisch betriebenen Bauteilen der Löschanlage muss auf Netzausfall bzw. abgeschaltete Stromversorgung überwacht werden.

## 11.6 Melde- und Steuergruppen

### 11.6.1 Störungsmeldegruppe

An jedem Störungsmelder ist eine optische Einzelanzeige vorzusehen. Es dürfen maximal 60 Störungsmelder in einer Meldegruppe zusammengefasst werden.

### 11.6.2 Überwachung von Blockiereinrichtungen

Eine Störungsanzeige muss erfolgen, wenn die Blockiereinrichtung in einer Stellung verbleibt, die weder die betriebsbereite Stellung noch die Blockierstellung ist (siehe Abschnitte 11.2).

Unabhängig davon ist die Blockierstellung der Blockiereinrichtung auf einer separaten Meldegruppe zu übertragen und anzuzeigen.

Die Blockierung eines Flutungsbereiches darf nicht zur Sammelstörungsmeldung führen, sondern muss für jeden Flutungsbereich separat angezeigt werden.

Die Blockierung der Anlage ist als Sammelblockiermeldung je Gaslöschanlage an einer ständig besetzten Stelle anzuzeigen.

### 11.6.3 Steuergruppen

Alle elektrisch gesteuerten, für die Auslösung, Bereichssteuerung, Sicherung der Vorwarnzeit sowie zur Alarmgabe dienenden Bauteile sind über überwachte Übertragungswege anzuschließen.

Die Zuordnung der Geräte zu den Steuergruppen hat so zu erfolgen, dass im Störungsfall eine eindeutige und schnelle Identifizierung der gestörten Anlagenteile möglich ist.

Dies gilt für

- Auslöseeinrichtungen von Steuerbehälter, Behälterbatterien, Absperr- und Bereichsventilen,

ENTWURF

- elektrisch/magnetische Verriegelungen für Ansteuer- bzw. Bereichssteuereinrichtungen (z. B. zur redundanten Absicherung der Vorwarnzeit) sowie
- Magnetventile für die Steuerung der Stop- bzw. Nachlöschfunktion.

## 11.7 Zentrale

Ist zur Einhaltung der zulässigen Raumtemperatur in der Feuerlöschanlagenzentrale eine Heizungs- oder Lüftungsanlage installiert, so ist die Feuerlöschanlagenzentrale auf die Einhaltung der Minimal- und Maximaltemperatur zu überwachen.

## 11.8 Anzeige von Störungen und Blockierungen

Störungen an der Löschanlage sowie Blockiermeldungen der Löschanlage sind getrennt voneinander optisch und akustisch an einer ständig besetzten Stelle des Betriebes anzuzeigen. Das akustische Signal muss abschaltbar sein; die optische Anzeige darf dagegen erst nach Beseitigung der Störung erlöschen. Ist keine ständig besetzte Stelle im Betrieb vorhanden, so ist die Störung über eine automatische und gesicherte Meldung an einen verantwortlichen Mitarbeiter des Betriebes sicherzustellen (z. B. über anerkannte Service- und Notrufleitstellen).

Störungsmeldungen folgender Systeme müssen getrennt voneinander angezeigt werden:

- Löschanlage,
- Überwachungssystem der Löschanlage,
- andere Überwachungseinrichtungen,
- Brandmeldeeinrichtungen und
- Steuereinrichtungen.

Ereignismeldungen von Störungsmeldern sind getrennt von den Störungen ihrer Übertragungstechnik wie Drahtbruch, Kurzschluss und Stromversorgung anzuzeigen.

Solange der Feueralarm ansteht, dürfen an der Überwachungszentrale oder im Überwachungseinschub der Brandmelderzentrale keine Störungsmeldungen der Löschanlage angezeigt werden.

## 11.9 Energieversorgung des Überwachungssystems

Die Energieversorgung des Überwachungssystems ist entsprechend den Richtlinien für die Ansteuerung von Feuerlöschanlagen, Planung und Einbau, VdS 2496, auszuführen.

## 11.10 Anforderungen an Bauteile von Überwachungseinrichtungen

Die Geräte des Überwachungssystems sind mindestens in der Schutzart IP 54 (EN 60529 – Schutzarten von Gehäusen – IP Code) auszuführen.

Bei Absperrarmaturen müssen Störungsmeldungen in Abhängigkeit vom Schaltweg der zu überwachenden Armaturen gegeben werden. Der Schaltweg ist hierbei der Weg vom gerade noch geschlossenen Zustand bis zum völlig offenen Zustand der Armatur.

Bei allen im Löschmittelstrom und in pneumatischen Steuerleitungen liegenden sowie sonstigen, im betriebsbereiten Zustand der Löschanlage ständig offenen Absperreinrichtungen muss beim Schließen der Armatur die Störungsanzeige spätestens bei Erreichen von 20 % des Schaltweges (vom betriebsbereiten Zustand der Armatur her gesehen) erfolgen.

ENTWURF

Bei allen im Löschmittelstrom liegenden Absperreinrichtungen sowie bei sonstigen, nicht unmittelbar im Löschmittelstrom liegenden – im betriebsbereiten Zustand der Löschanlage geschlossenen – Absperreinrichtungen, muss die Störungsanzeige sofort mit Beginn der Öffnung erfolgen.

Bei allen Absperreinrichtungen von Alarmeinrichtungen und Druckschaltern sowie bei pneumatischen Umschaltern muss die Störungsmeldung schon in Zwischenstellungen wirksam werden.

Nichtelektrische Steuereinrichtungen sind zu überwachen. Die Anforderung gilt als erfüllt, wenn die nichtelektrischen Steuereinrichtungen in einem nur für befugte Personen zugänglichen Gehäuse untergebracht sind. Hierbei muss mit dem Öffnen der Tür eine Störungsmeldung erfolgen.

Bauteile, die durch anlageneigene Steuerenergie automatisch in ihre Betriebsstellung zurückgesetzt werden, brauchen nicht überwacht zu werden.

ENTWURF

# Anhang A Schutz von Bereichen besonderer Art und Nutzungen

Abweichend von den Festlegungen innerhalb dieses Regelwerkes gelten für die nachstehend aufgeführten Bereiche ergänzende Anforderungen.

## A.1 Schutzkonzept für den anlagentechnischen Brandschutz von Räumen mit Einrichtungen der Informationstechnik

### A.1.1 Anwendungsbereich

Das im Folgenden beschriebene Konzept stellt einen umfassenden Schutz im Hinblick auf den anlagentechnischen Brandschutz für Räume mit Einrichtungen der Informationstechnik.

### A.1.2 Normative Verweisungen

| | |
|---|---|
| **EN50600 Teil 2-5 (VDE 0801-600 Teil 2-5)** | Informationstechnik – Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren |
| **VdS 2007** | Anlagen der Informationstechnologie, Merkblatt zur Schadenverhütung |

### A.1.3 Allgemeines

IT-Einrichtungen bieten Speichermöglichkeiten (Storage), Software für bestimmte Dienstleistungen (Server) oder aber auch Computer-Netzwerke (Switch). IT Einrichtungen wie z. B. Server werden in der Regel in sogenannte Racks eingebaut. Größere Speichersysteme, Großrechner (Mainframe) oder Bandlaufwerke werden als Frame bezeichnet und werden als Stand-alone oder in Gruppen aneinander gereiht aufgebaut.

Als Gehäuse für die Einrichtung in Rechenzentren dient gewöhnlich das 483 mm – Rack (19“-Rack) (Siehe Abbildung A-1)

ENTWURF

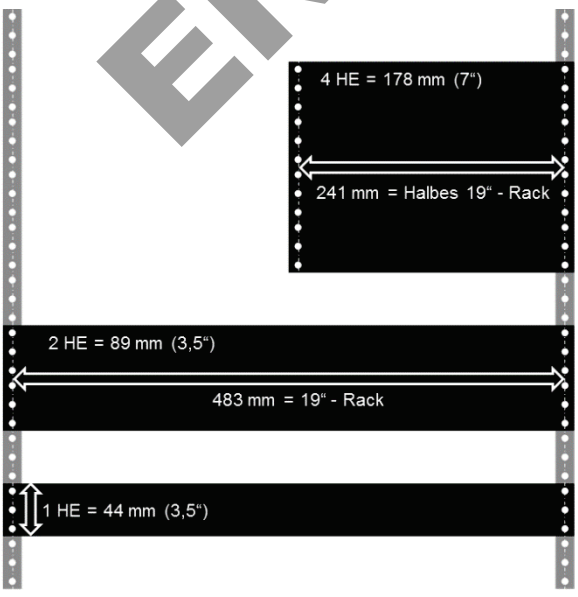



**Abbildung A-1:** Abmessungen 483 mm – Rack

Ausführungen für IT-Einrichtungen sind beispielsweise:

- Offene Racks und andere Frames
  - perforierte Türen, Schutzart z. B. IP20
  - Raumluft dient zur Kühlung der IT-Einrichtung
  - zentrale Klimaanlagen möglich
- Geschlossene Racks und andere Frames
  - geschlossene Türen, Schutzart z. B. IP54
  - IT-Geräte-Kühlluft und Raumluft bleiben getrennt
  - Klimagerät pro Rack erforderlich

Die Klimatisierung kann über folgende Konzepte erfolgen (Siehe Beispiel Abbildung A-2):

- Klassische Raumklimatisierung
- Kaltgangeinhausungen
- Warmgangeinhausungen
- Kombination von Kalt- und Warmgangeinhausungen

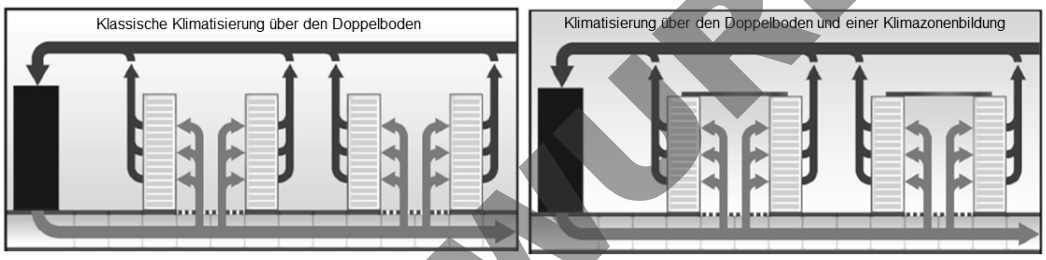



**Abbildung A-2:** Beispiel Klimatisierung Racks

Einhausungen können mit sogenannten InRow-Klimageräten oder einer Klimatisierung über den Doppelboden ausgestattet werden. Bei InRow-Klimatisierung kann es innerhalb der Rackreihen zu Rauchverschleppungen kommen und somit eine effektive Rauchdetektion erschweren. Eine geeignete Brand- bzw. Rauchdetektion muss in Einzelfall geprüft werden.

Die benötigte elektrische Anschlussleistung für ein Rack wird nahezu vollständig als Wärme wieder freigesetzt. Richtwerte für die zu erreichende Kühlleistung hinsichtlich der Klimatisierungsart sind:

- Klassische Raumklimatisierung ohne Einhausung: > 8 kW/Rack
- Klimatisierung über Doppelboden mit Einhausung: > 20 kW/Rack
- Klimatisierung über InRow-System mit Einhausung: 10-25 kW/Rack

Einrichtungslöschanlagen für die IT-Einrichtungen, die zusätzlich zum Raumschutz eingesetzt werden, verhindern eine Brandgasausbreitung und mögliche Folgeschäden durch spezielle Schutzmaßnahmen (schnelle Branderkennung, Abschaltung der Energieversorgung und gezielte Löschung mit geringen Löschmittelmengen) und verringern somit Brandgasschäden und verkürzen Betriebsunterbrechungen.

Wie weit das beschriebene Konzept im konkreten Fall, insbesondere bei bestehenden Anlagen bzw. Werken, umgesetzt werden kann und auch soll, muss mit den zuständigen Stellen und Organisationen, wie z. B. Behörden, Versicherern, Brandschutzgutachter, VdS etc., bereits in der Planungsphase, abgesprochen werden.

ENTWURF

Über dieses Konzept hinausgehende ergänzende risikominimierende Maßnahmen sind hier nicht Gegenstand der Betrachtungen und sind im Einzelfall mit den zuständigen Stellen und Organisationen abzustimmen.

Das Brandschutzkonzept ist im Wesentlichen abhängig von folgenden Einflussgrößen:

- Interne und externe Brandgefahren,
- Personenschutz,
- betriebswirtschaftlicher Stellenwert,
- Betriebsunterbrechung,
- Wiederbeschaffungszeit,
- Gebäudegröße, Lage, bauliche Trennung und technische Ausrüstung,
- Anlagengröße und Anordnung,
- vorhandene Schutzeinrichtungen.

Bei der Anwendung dieses Konzeptes sind auch die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen zu berücksichtigen.

### A.1.4 Schutzziel

Das vorliegende Schutzkonzept umfasst IT-Räume. Im Sinne des Schutzziels 2 bzw. 3 muss der Raumschutzschutz anlagentechnisch realisiert werden. Der IT-Raum umfasst alle in ihm befindlichen Einrichtungen.

Die Anforderungen an die Verfügbarkeit und Sicherheit für den Betrieb von Rechenzentren können stark variieren. Bei höchsten Anforderungen an die Verfügbarkeit und Sicherheit, die keine Betriebsunterbrechungen zulassen, müssen alle Schutzeinrichtungen wie z. B. die Feuerlöschanlagen dies unterstützen. Primäres Ziel ist es, die IT-Einrichtungen im Fall eines Brandes zu Schützen und den Schaden auf ein Minimum zu reduzieren.

Alle Systeme und Komponenten die für eine ordnungsgemäße Funktion der Feuerlöschanlage benötigt werden, müssen ebenfalls dem Schutzziel gerecht werden, und sollten keinen negativen Einfluss auf den sicheren Betrieb der IT-Einrichtungen nehmen.

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen des Brandschutzes und der Verfügbarkeit der IT ergeben sich zwei unterschiedliche Schutzniveaus die im Verlauf dieses Abschnittes erläutert werden.

### A.1.5 Anforderungen

Zur Erreichung eines der entsprechenden Schutzniveaus muss der IT-Raum die folgenden Voraussetzungen erfüllen. Risikospezifische Besonderheiten können abweichende oder zusätzliche Maßnahmen erforderlich machen.

Der IT-Raum ist mit einer Brandmelde- und Löschanlage zu schützen. Falls vorhanden muss die Einhausung mit in den Schutz einbezogen werden. Für den Raumschutz gelten die in diesem Regelwerk beschriebenen Anforderungen.

Im Folgenden werden Anforderungen für die Bereiche

- Einhausung,
- IT-Einrichtung,
- Doppelboden/Zwischendecke und
- Klimatisierung (Kanal, Umlufgerät)

aufgeführt.

ENTWURF

### A.1.5.1 Branderkennungsanlage

Die Planung und der Einbau ist gemäß VdS 2095 auszuführen.

Die Branderkennungsanlage ist unter Berücksichtigung der, in dem zu schützenden Raum herrschenden Betriebsbedingungen auszuwählen und anzupassen. Dabei sind folgende Kriterien zu beachten:

- Betriebs- und Umgebungseinflüsse (z. B. Hochspannung, Temperatur, Feuchte, Dämpfe, Brandgefahr)
- Betriebsart (z. B. Zugänglichkeit der Anlagen)
- Art der Lüftung (z. B. umgewälztes Luftvolumen, freie Kühlung, Luftgeschwindigkeiten)

Bestehen Bedenken gegenüber der Projektierung in problematischen Umgebungsbedingungen, müssen Rauchversuche durch VdS durchgeführt werden.

Die Auslösung der Löschanlage erfolgt über eine Zweimeldungsabhängigkeit Typ B.

#### A.1.5.1.1 Branderkennung

Als Brandkenngröße wird Rauch ausgewertet. Zum Einsatz kommen in der Regel Ansaugrauchmelder in Kombination mit punktförmigen Rauchmeldern.

Die besonders hohen Luftwechselraten, bzw. Luftgeschwindigkeiten sind bei der Planung der Branderkennungsanlage zu berücksichtigen.

Zusätzlich können zwecks frühzeitiger Meldung und Ergreifen präventiver Maßnahmen Ansaugrauchmelder installiert werden. Als Branderkennungselemente können z. B. Ansaugrauchmelder der Klassen A und B gemäß EN 54-20 (Siehe auch Eignungstabelle Abschnitt 7) eingesetzt werden.

Vorteile einer Raum-/Einrichtungsüberwachung könnten z. B. sein:

- Weiterleitung an eine ständig besetzten Stelle zum frühzeitigem manuellen Eingriff,
- kontrolliertes Abschalten einzelner IT-Einrichtungen,
- Stromlosschalten einzelner IT-Einrichtungen, bei der ein Brand detektiert wurde,
- Brandmeldung mit Alarmweiterleitung,
- Auslösung der Einrichtungsschutzanlage (gemäß VdS 2304),
- frühzeitige Auslösung der Raumschutzanlage.

#### A.1.5.1.2 Melderanordnung

Die Anordnung der Melder ist gemäß VdS 2095 (Anhang E) vorzunehmen.

Bei einer zusätzlichen Einrichtungsüberwachung ist die Anordnung der Melder mit dem Hersteller/Betreiber der IT-Anlage abzustimmen.

##### A.1.5.1.2.1 *Einhausung*

Die Überwachung innerhalb der Einhausung ist zwingend erforderlich (Siehe VdS 3152 Kalt- und Warmgangeinhausung – Brandschutztechnische Anforderungen Merkblatt zur Schadenverhütung), wenn auf eine Einrichtungsüberwachung gemäß A.1.5.1.2.2 verzichtet wird.

ENTWURF

A.1.5.1.2.2 *Einrichtung*

Ist innerhalb oder in unmittelbarer Nähe der Einrichtungen eine Branddetektion erforderlich, müssen zusätzlich Ansaugrauchmelder oder spezielle Melder zur Anwendung kommen.

**A.1.5.1.3** Alarmierung und Steuerung

Beim Ansprechen der Melder müssen folgende Steuervorgänge ausgelöst werden:

- Alarmierung
- Auslösung Löschanlage
- Abschaltung von Betriebsmitteln
- Abschaltung Energieversorgung
- Abschaltung Lüftungsanlage

Die automatischen Abschaltungen in IT-Räumen müssen im Einzelfall unter Berücksichtigung des festgelegten Schutznieveaus den betrieblichen Erfordernissen angepasst werden.

A.1.5.1.3.1 *Betriebsmittelabschaltung*

Neben den Anforderungen aus dem Abschnitt 8.8 ist folgendes zu berücksichtigen.

| **Anforderungen** | |
|---|---|
| Klasse 1 | Aus brandschutztechnischer Sicht müssen alle betroffenen elektrischen Betriebsmittel stromlos geschaltet werden um die mögliche Brandquelle zu eliminieren und/oder eine Rückzündung zu verhindern.<br>Die Abschaltung muss nach Empfang eines Erstalarmsignals, bzw. nach Betätigung der manuellen Auslöseeinrichtung demnach vor Auslösung der Löschanlage erfolgen (Siehe Abschnitt 8.8 und Abbildung A-3). |
| Klasse 2 | Werden die Anforderungen der Klasse 1 nicht gewährleistet, so muss eine Haltezeit A (100 % $C_A$) gewährleistet werden:<br>– bis manuelle Brandbekämpfungs- oder Abschaltmaßnahmen, die eine Rückzündung verhindern (hierzu zählt z. B. der Eingriff einer Werkfeuerwehr), abgeschlossen sind.<br>– bis der automatische Abschaltvorgang abgeschlossen ist.<br>Eine der Maßnahmen muss spätestens nach 30 Minuten abgeschlossen sein.<br>Gleichzeitig muss eine Haltezeit B (85 % $C_A$) aufrechterhalten werden die mindestens doppelt so lang wie Haltezeit A ist, jedoch mindestens 10 Minuten beträgt.<br>Die Haltezeit ist gemäß Abschnitt 5.10 nachzuweisen, unter Berücksichtigung betriebsbedingter Druckdifferenzen (z. B. Klimatechnik).<br>*Hinweis: Während der Haltezeit A dürfen Betriebsmittel weiterlaufen. Dadurch entstehen möglicherweise Druckdifferenzen innerhalb des Schutzbereiches (z. B. Überdruck im Doppelboden), weshalb die mittels Door-Fan-Test ermittelten Leckageflächen je nach Lage verschieden zu bewerten sind. Eine Beurteilung der Haltezeit nur aufgrund der Säulendrücke L.2.8.3 ist i. d. R. nicht hinreichend.*<br>Diese Haltezeit ist entgegen der Forderung gemäß Abschnitt 9.3, jährlich durch eine erneute Messung nachzuweisen.<br>Aufgrund einer möglichen Brandausbreitung und/oder Verteilung der Pyrolysegase und möglicher Zerfallsprodukte während des Weiterbetriebes der Betriebsmittel (Siehe Abbildung Abbildung) erfolgt die Einstufung in Klasse 2. |

ENTWURF

Die Abschaltung von elektrischen Betriebsmitteln kann einzeln, gruppenweise oder raumweise erfolgen, um mögliche negative Einflüsse auf den IT-Betrieb zu reduzieren. Dies erfordert eine Einrichtungsüberwachung der IT-Systeme. Diese ist mit dem Brandschutzkonzept des Raumes abzustimmen.

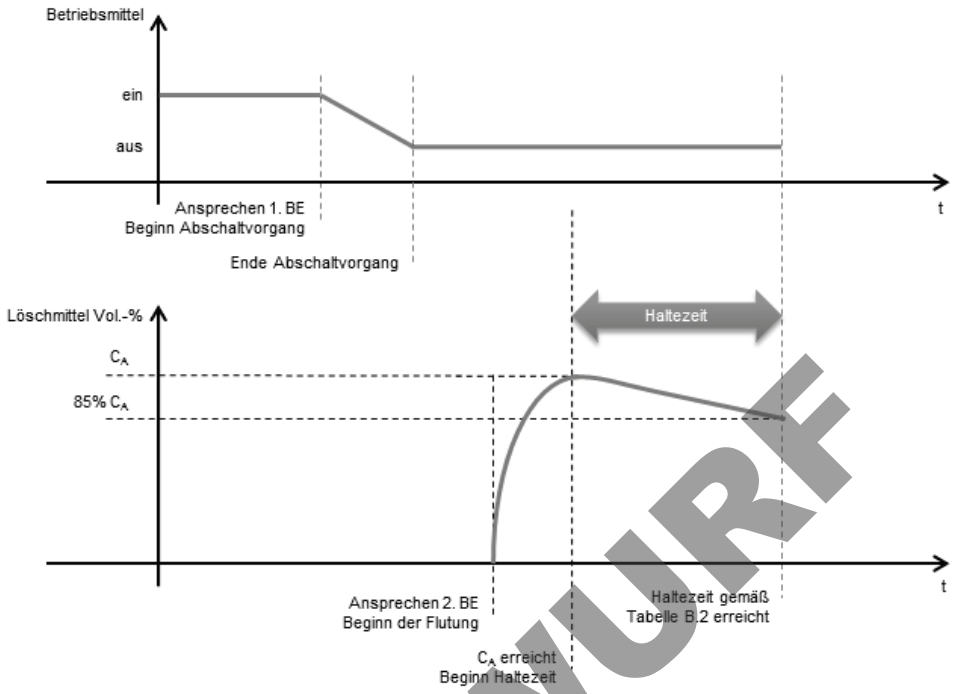



**Abbildung A-3:** Betriebsmittelabschaltung zwischen Detektion und Flutungsbeginn

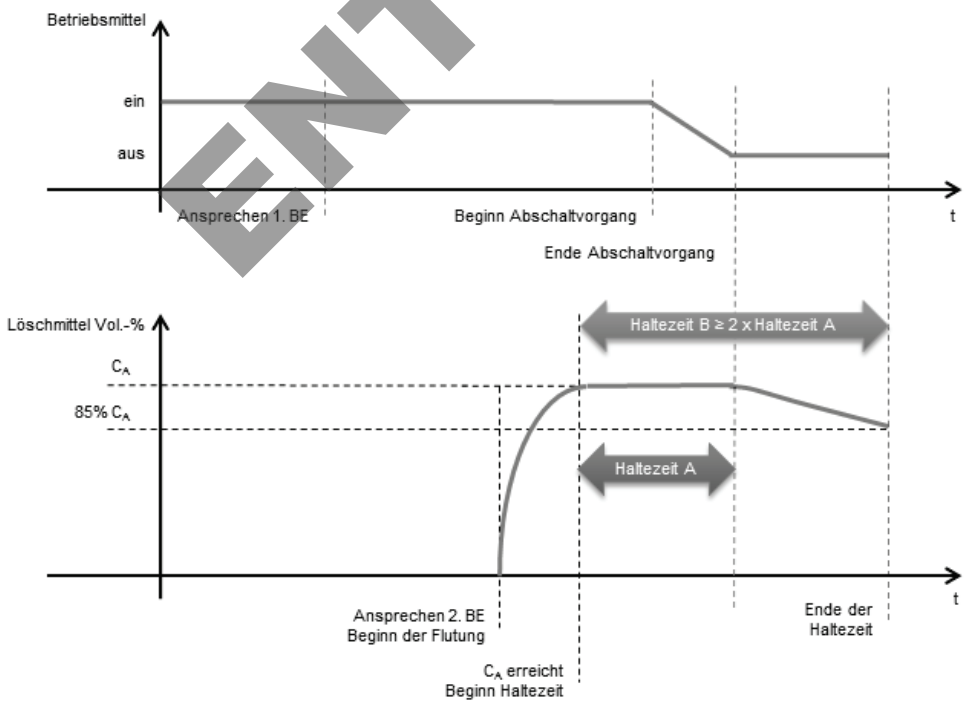



**Abbildung A-4:** Mögliche Betriebsmittelabschaltung in IT-Räumen nach Flutungsbeginn, aber vor Erreichen der halben Haltezeit.

ENTWURF

#### A.1.5.1.4 Energieversorgung

Gemäß Abschnitt 8.9.

### A.1.5.2 Löschanlage

#### A.1.5.2.1 Löschmittelmenge

Löschmittelmengenberechnung gemäß Abschnitt 5.3.

Die Berechnungsbereiche sind wie folgt aufzuteilen:

- Raum
- Einhausung
- Doppelboden, bzw. die Zwischendecke
- Klimatisierung (z. B. Klimaspange)

Alle diese Bereiche müssen zu einem Flutungsbereich zusammengefasst werden.

Als Grenze zwischen den Berechnungsbereichen sollte die Grenze der thermischen Trennung herangezogen werden.

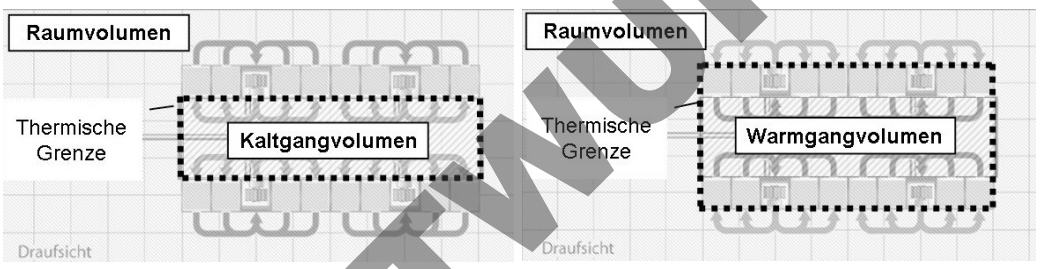



**Abbildung A-5:** Beispiel – Kaltgangeinhausung (Links) und Warmgangeinhausung (Rechts)

Im Falle eines zusätzlichen Einrichtungschutzes für die IT-Geräte müssen die Anforderungen der VdS 2304 erfüllt werden.

#### A.1.5.2.2 Löschmittelbevorratung

Bevorratung gemäß Abschnitt 5.6.

#### A.1.5.2.3 Flutungszeit

Flutungszeit gemäß Abschnitt 5.9.

A.1.5.2.3.1 *Einhausung*

Für die Flutungszeit und die Löschgaskonzentration innerhalb der Einhausung sind sinngemäß die Anforderungen des Raumschutzes zu erfüllen.

#### A.1.5.2.4 Düsen

Anforderungen an die Düsen Siehe Abschnitt 6.4.

Die Bereiche Raum, Doppelboden, Zwischendecke und Einhausung müssen mit einer für den homogenen Konzentrationsaufbau ausreichenden Anzahl an Düsen ausgestattet sein.

ENTWURF

Alternativ kann ein Nachweis der erforderlichen Löschmittelverteilung in Begleitung durch VdS erfolgen (z. B. Vollflutung mit Konzentrationsmessung).

A.1.5.2.4.1 *Einhausung*

Unter bestimmten Voraussetzungen kann in der Einhausung auf Löschdüsen verzichtet werden:

Anforderungen an die Klimatechnik:

- Redundante Auslegung der Klimatechnik
- Notstromversorgung der Klimatechnik
- Funktionserhalt über eine Dauer von mindestens 30 Minuten
- Abweichend zu den Anforderungen der Klasse 1 muss die Klimatechnik unmittelbar nach Ende der Flutungszeit abgeschaltet werden
- Signalaustausch (z. B. Störung und Betrieb) zwischen Klima- und Löschanlage

Für die Ausführung der Türen der Einhausung sind die einschlägigen Vorschriften zu beachten.

*Hinweis: Hinsichtlich der Umluft-Abschaltung sind im Einzelfall betriebliche und brandschutztechnische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Hierzu gehört unter anderem:*

- *Der Weiterbetrieb unterstützt die homogene Durchmischung während der Haltezeit, kann aber einen negativen Einfluss auf den IT-Betrieb durch eine Verteilung der beim Brand entstehenden Pyrolyse-Gas verursachen.*
- *Die alleinige Abschaltung der Lüftung eliminiert diese als Brand- und Energiequelle, führt jedoch gegebenenfalls zu einer Überhitzung der IT-Geräte.*

### A.1.5.3 Besonderheiten

*Hinweis: Unter Umständen kann ein negativer Einfluss auf die IT-Hardware, ausgehend von Effekten wie bspw. Schalldruck oder Frequenz von Alarmierungseinrichtungen oder Löschdüsen erfolgen. Mögliche Maßnahmen zur Reduzierung dieser Effekte können sein:*

- *Schalldruckdämpfer an den Inertgasdüsen*
- *Schalldruckdämpfer an den pneumatischen Alarmierungseinrichtungen*
- *Entsprechende Einhausung der IT-Einrichtungen die schallabsorbierend wirkt*
- *Entsprechender Einsatz von anderen Festplatten (z. B. SSD)*
- *Bauliche Maßnahmen zur Schallreduzierung*

#### A.1.5.3.1 Einhausung

Bauliche Anforderungen an die Umfassung der Einhausung dürfen unberücksichtigt bleiben, vorausgesetzt keine der Grenzflächen ist Bestandteil der Raumumfassung.

Eine ausreichende Druckentlastung zwischen Einhausung und Raum muss vorhanden sein.

Lagerungen innerhalb der Einhausungen sind nicht zulässig.

#### A.1.5.3.2 IT-Einrichtung

Im Falle einer nicht ausreichenden Löschmittelverteilung innerhalb der IT-Einrichtungen ist neben der Raumschutzanlage zusätzlich ein Einrichtungsschutz gemäß VdS 2304 zu realisieren.

ENTWURF

#### A.1.5.3.3 Doppelboden, bzw. die Zwischendecke

Eine Ausrichtung der Düsen auf bewegliche Gegenstände sollte aus Gründen des Sachwertschutzes vermieden werden.

Eine ausreichende Druckentlastung zwischen Doppelboden, bzw. Zwischendecke und Raum muss vorhanden sein.

#### A.1.5.3.4 Klimatisierung

Die Klimatechnik mit den zugehörigen Umluft-, InRow-Kühlgeräten bzw. Luftkanälen ist in den anlagentechnischen Brandschutz mit einzuschließen (Detektion *und* Löschung), sofern keine anderen Maßnahmen unternommen werden, wie z. B. bauliche Abtrennung im Brandfall oder rechtzeitige Abschaltung der Klimatechnik.

### A.1.6 Personenschutz

Personenschutz gemäß Abschnitt 4.

ENTWURF

# Anhang B Eigenschaften der Löschgase

Einige der wichtigsten Eigenschaften von Löschgasen sind im Folgenden aufgeführt.

## B.1 Reinheitsanforderungen

Die Reinheitsanforderungen sind wie folgt:

| | **HFC 227ea** | **FK-5-1-12** |
|---|---|---|
| Reinheit | > 99,6 Massen-% | > 99,8 Massen-% |
| Wasseranteil | < $10^{-5}$ Massen-% | < $10^{-5}$ Massen-% |

**Tabelle B.1:** Reinheitsanforderungen

## B.2 Physikalische Eigenschaften und zur Toxizität

| | **HFC 227ea** | **FK-5-1-12** |
|---|---|---|
| CAS-Nr. | 431-89-0 | 756-13-8 |
| Chemische Bezeichnung | 2H-Heptaflourpropan | Dodecaflour-2-methylpentan-3-on |
| Chemische Formel | CF3CHFCF3 | CF3CF2C(O)CF(CF3)2 |
| Handelsname (Beispiel) | FM-200[7] | Novec 1230[8] |
| Molmasse | 170,03 g/mol | 316,04 g/mol |
| Siedepunkt bei 1,013 bar (abs.) | -16,4 °C | 49,2 °C |
| Gefrierpunkt | -131,1 °C | -108,0 °C |
| Kritische Temperatur | 101,7 … 102,8 °C | 168,7 °C |
| Kritischer Druck | 29,12 … 29,99 bar abs | 18,65 bar abs |
| Kritische Dichte | 580 … 594 kg/m³ | 639,1 kg/m$^3$ |
| Dampfdruck bei 20 °C | 3,91 bar abs | 0,3263 bar abs |
| Flüssigkeitsdichte bei 20 °C | 1.408 kg/L bei 3,91 bar abs | 1,615 kg/L bei 1,01325 bar abs |
| Spezifisches Volumen des überhitzten Dampfes bei 1,01325 bar und 20 °C | 0,1373 m³/kg | 0.07193 m³/kg |
| Dichte des überhitzten Dampfes bei 1,01325 bar und 20 °C | 7.281 kg/m³ | 13,90 kg/m³ |
| Dichte des überhitzten Dampfes bei 1,01325 bar und 0°C < T < 50°C $\rho = \frac{1}{A + B\,T}$ | A = 0.126918 $\frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{kg}}$<br>B = 0.000519900 $\frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{°C\,kg}}$ | A = 0.0663613 $\frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{kg}}$<br>B = 0.000277668 $\frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{°C\,kg}}$ |
| Wärme beim Verdampfen am Siedepunkt | 131,8 … 132,6 kJ/kg | 88,0 kJ/kg |
| NOAEL | 9,0 Vol.-% | 10,0 Vol.-% |
| LOAEL | 10,5 Vol.-% | Liegt nicht vor |
| LBK | 12 Vol.-% | Liegt nicht vor |
| ODP | 0 | 0 |
| GWP (Bezug: $CO_2$, 100 Jahre) | 3220 … 3500 | ca. 1 |

**Tabelle B.2:** Physikalische Eigenschaften

[7] DuPont™ FM200® Fire Extinguishing Agent
[8] 3M™ Novec™ 1230 Fire Protection Fluid

ENTWURF

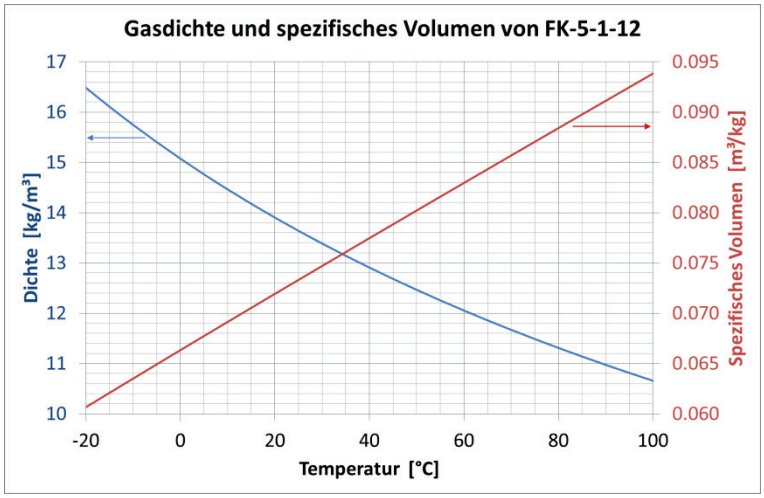



**Abbildung B-1:** Gasdichte und spezifisches Volumen von FK-5-1-12

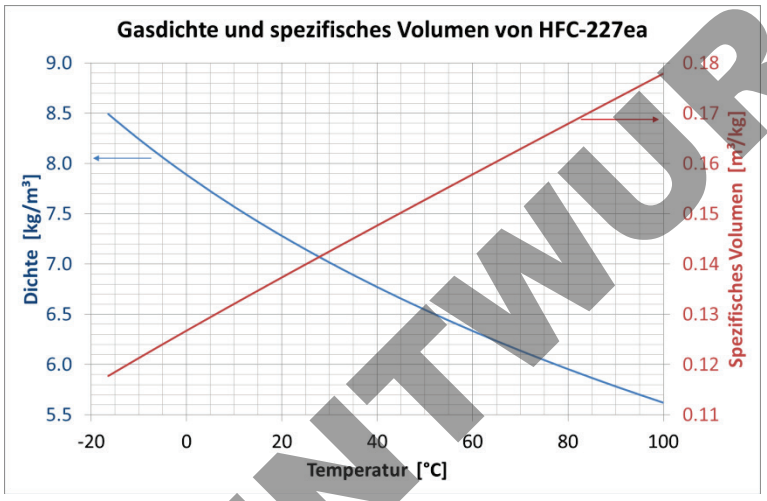



**Abbildung B-2:** Gasdichte und spezifisches Volumen von HFC-227ea

ENTWURF

# Anhang C Lösch- und Auslegungskonzentrationen

## C.1 Gesamtübersicht

In Tabelle C.1 und Tabelle C.2 sind für verschiedene Löschgase die jeweiligen Auslegungskonzentrationen für verschiedene Brandstoffe und spezielle Risiken aufgeführt, die in die Formel zur Berechnung der Einsatzmenge nach Abschnitt 5.3 eingesetzt werden.

*Anmerkung: Ausführlichere Informationen zu den in Tabelle C.1 und Tabelle C.2 angegebenen Auslegungskonzentrationen sind in den Löschgasspezifischen Abschnitten C.2 bis C.3 aufgeführt.*

Sind mehrere Materialien im Berechnungsbereich vorhanden, so ist die höchste Auslegungskonzentration in die Berechnung einzusetzen.

Bei Vorhandensein von größeren Papiermengen ist zusätzlich die Auslegungskonzentration (siehe Tabelle C.2: Dokumentenlager) zu berücksichtigen.

ENTWURF

| **Brandstoff** | **CAS-Nr.** | **HFC227ea** | **FK-5-1-12** |
|---|---|---|---|
| Aceton | 67-64-1 | 10,1 | |
| Ethanol | 64-17-5 | 11,9 | |
| Methanol | 67-56-1 | 15,4 | |
| n-Heptan | 142-82-5 | 8,8 | 6,1 |
| Toluol | 108-88-3 | 8,0 | |

**Tabelle C.1:** Auslegungskonzentrationen für brennbare Flüssigkeiten in Vol.-% Löschgas

| **Einrichtung** | **HFC227ea** | **FK-5-1-12** |
|---|---|---|
| EDV-Räume (Maschinenräume) [1) 2)] | 8,4 | 5,8 |
| Elektrische Schalt- und Verteilerräume [1) 2)] | 8,4 | 5,8 |
| Kabelböden [1)] | 8,4 | 5,8 |
| [1)] Die Haltezeit bezüglich 85% der Auslegungskonzentration muss mindestens 10 Minuten betragen. | | |
| [2)] Materiallagerung und -handhabung ist nicht erlaubt. | | |
| *Anmerkung: In Anhang G sind Versuchsmethoden zur Ermittlung von Löschkonzentrationen für Kunststoffrisiken (z. B. EDV) beschrieben. Sobald Ergebnisse aus diesen Versuchen vorliegen, werden die entsprechenden Auslegungskonzentrationen dieser Tabelle angepasst: Als Löschkonzentration wird die höchste der vier ermittelten Löschkonzentrationen für Kunststoffe und Kabel zugrunde gelegt.* | | |

**Tabelle C.2:** Auslegungskonzentrationen für spezielle Einrichtungen in Vol.-% Löschgas

Auslegungskonzentrationen für Risiken, die in diesem Abschnitt nicht aufgelistet sind, müssen von einer anerkannten Stelle unter Verwendung der in Anhang F beschriebenen Cup-Burner-Prüfeinrichtung, der in Anhang G beschriebenen Raumbrand-Methode oder anderer anerkannter Prüfmethoden, die vergleichbare Ergebnisse liefern, ermittelt werden.

Für die Umrechnung der mittels **Raumbrandversuch** (Anhang G) ermittelten Löschkonzentration $C_L$ in die Auslegungskonzentration $C_A$ gilt

$$C_A = 1{,}3 \times C_L \qquad \text{(C-1)}$$

Für die Umrechnung der mittels **Cup-Burner-Prüfeinrichtung** (Anhang F) ermittelten Löschkonzentration $C_L$ in die Auslegungskonzentration $C_A$ gilt

$$C_A = 1{,}3 \times SF \times C_L \qquad \text{(C-2)}$$

Für den Skalierungsfaktor wird als Orientierungswert 1,2 angegeben. Im Einzelfall ist die Auslegung immer mit der Technischen Prüfstelle von VdS abzustimmen.

*Anmerkung: Wenn weitere Ergebnisse aus Löschversuchen gemäß Anhang G mit brennbaren Flüssigkeiten vorliegen, die die Bestimmung eines Skalierungsfaktors zwischen Ergebnissen aus Versuchen nach Anhang F und Anhang G erlauben, erfolgt eine (ggf. löschgasabhängige) Festlegung der obigen Umrechnung.*

*Anmerkung: Die Löschgaskonzentration, die nach der Flutung im Flutungsbereich vorhanden ist, ist in der Regel höher als die Auslegungskonzentration. Dies ist hinsichtlich des Personenschutzes zu berücksichtigen, siehe Abschnitt 4.*

## C.2 HFC227ea

| **Brandstoff** | **Löschkonzentration $C_L$** in Vol.-% HFC227ea | | **Auslegungskonzentration $C_A$** In Vol.-% HFC227ea |
|---|---|---|---|
| | Cup-Burner [1)] | Raumbrand [2)] | |
| Aceton | 6,5 | | 10,1 |
| Ethanol | 7,6 | | 11,9 |
| Methanol | 9,9 | | 15,4 |
| n-Heptan | 6,6 | 6,8 | 8,8 |
| Toluol | 5,1 | | 8,0 |
| [1)] nach Anhang F<br>[2)] nach Anhang G | | | |

**Tabelle C.3:** Brennbare Flüssigkeiten

Quelle der Daten: VdS

Löschkonzentrationen: Für den Cup-Burner ermittelt auf Basis der gemessenen Sauerstoffkonzentrationen, für den Raumbrand ermittelt auf Basis der Löschmittelmenge, auf eine Nachkommastelle gerundet.

Auslegungskonzentrationen: Aus den Löschkonzentrationen unter Berücksichtigung der entsprechenden Auslegungsfaktoren ermittelt, auf eine Nachkommastelle gerundet.

ENTWURF

| **Einrichtung** | **Löschkonzentration $C_L$** in Vol.-% HFC227ea | **Auslegungskonzentration $C_A$** In Vol.-% HFC227ea |
|---|---|---|
| EDV-Räume (Maschinenräume) [1)] | | 8,4 [2)] |
| Elektrische Schalt- und Verteilerräume [1)] | | 8,4 [2)] |
| Kabelböden [1)] | | 8,4 [2)] |

[1)] Materiallagerung und -handhabung ist nicht erlaubt.

[2)] *Anmerkung: Der angegebene Wert entspricht 95% der Auslegungskonzentration für n-Heptan. In Anhang G sind Versuchsmethoden zur Ermittlung von Löschkonzentrationen für Kunststoffrisiken (z. B. bei EDV) beschrieben. Sobald Ergebnisse aus diesen Versuchen vorliegen, werden die entsprechenden Auslegungskonzentrationen dieser Tabelle angepasst: Als Löschkonzentration wird die höchste der vier ermittelten Löschkonzentrationen für Kunststoffe und Kabel zugrundegelegt.*

**Tabelle C.4:** Spezielle Einrichtungen

| **Brandstoff** | **Löschkonzentration $C_L$** in Vol.-% HFC227ea | **Auslegungskonzentration $C_A$** In Vol.-% HFC227ea |
|---|---|---|
| Holzstoß | 5,9 [1)] | Siehe [2)] |

[1)] nach Anhang G.

[2)] Zurzeit kein Anwendungsfall vorgesehen. Soll im Ausnahmefall die Löschkonzentration als Basis für die Auslegung einer Feuerlöschanlage herangezogen werden, ist dies nur nach Rücksprache mit VdS zulässig.

**Tabelle C.5:** Feste Brandstoffe

Quelle der Daten: VdS

Löschkonzentrationen: Für den Raumbrandversuch ermittelt auf Basis der Löschmittelmenge, auf eine Nachkommastelle gerundet.

## C.3 FK-5-1-12

| **Brandstoff** | **Löschkonzentration $C_L$** in Vol.-% FK-5-1-12 | | **Auslegungskonzentration $C_A$** In Vol.-% FK-5-1-12 |
|---|---|---|---|
| | Cup-Burner [1)] | Raumbrand [2)] | |
| n-Heptan | 4,5 | 4,7 | 6,1 |

[1)] nach Anhang F

[2)] nach Anhang G

**Tabelle C.6:** Brennbare Flüssigkeiten

Quelle der Daten: Raumbrand: VdS; cup burner: CNPP in Frankreich

Löschkonzentrationen: Für den Cup-Burner ermittelt auf Basis der gemessenen Sauerstoffkonzentrationen, für den Raumbrand ermittelt auf Basis der Löschmittelmenge, auf eine Nachkommastelle gerundet.

Auslegungskonzentrationen: Aus den Löschkonzentrationen unter Berücksichtigung der entsprechenden Auslegungsfaktoren ermittelt, auf eine Nachkommastelle gerundet.

ENTWURF

| **Einrichtung** | **Löschkonzentration $C_L$** in Vol.-% FK-5-1-12 | **Auslegungskonzentration $C_A$** In Vol.-% FK-5-1-12 |
|---|---|---|
| EDV-Räume (Maschinenräume) [1)] | | 5,8 [2)] |
| Elektrische Schalt- und Verteilerräume [1)] | | 5,8 [2)] |
| Kabelböden [1)] | | 5,8 [2)] |

[1)] Materiallagerung und -handhabung ist nicht erlaubt.

[2)] *Anmerkung: Der angegebene Wert entspricht 95 % der Auslegungskonzentration für n-Heptan. In Anhang G sind Versuchsmethoden zur Ermittlung von Löschkonzentrationen für Kunststoffrisiken (z. B. bei EDV) beschrieben. Sobald Ergebnisse aus diesen Versuchen vorliegen, werden die entsprechenden Auslegungskonzentrationen dieser Tabelle angepasst: Als Löschkonzentration wird die höchste der vier ermittelten Löschkonzentrationen für Kunststoffe und Kabel zugrunde gelegt.*

**Tabelle C.7:** Spezielle Einrichtungen

| **Brandstoff** | **Löschkonzentration $C_L$** in Vol.-% FK-5-1-12 | **Auslegungskonzentration $C_A$** In Vol.-% FK-5-1-12 |
|---|---|---|
| Holzstoß | 3,5 [1)] | Siehe [2)] |

[1)] nach Anhang G.

[2)] Zurzeit kein Anwendungsfall vorgesehen. Soll im Ausnahmefall die Löschkonzentration als Basis für die Auslegung einer Feuerlöschanlage herangezogen werden, ist dies nur nach Rücksprache mit VdS zulässig.

**Tabelle C.8:** Feste Brandstoffe

Quelle der Daten: VdS

Löschkonzentrationen: Für den Raumbrandversuch ermittelt auf Basis der Löschmittelmenge, auf eine Nachkommastelle gerundet.

ENTWURF

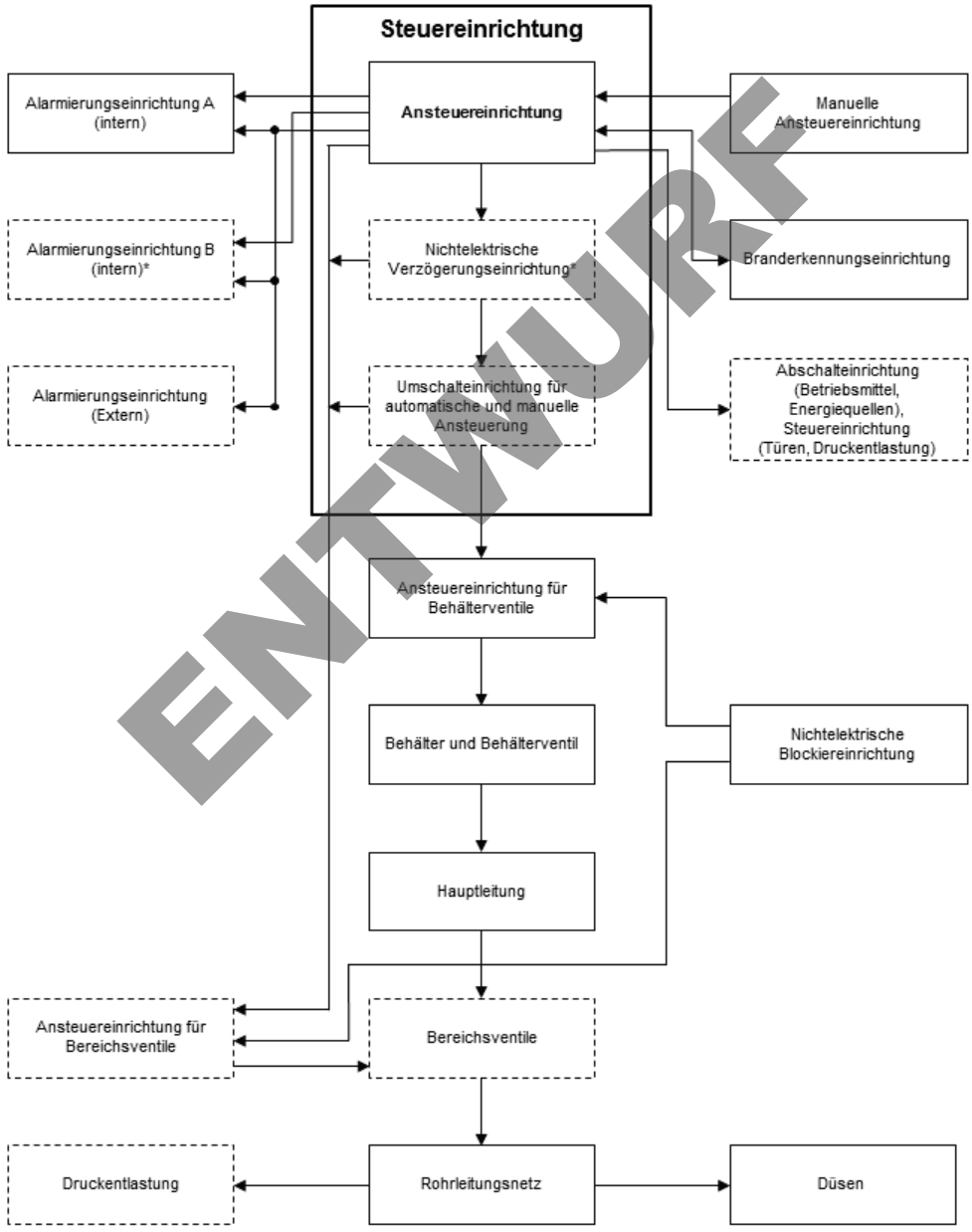
# Anhang D Blockdiagramm für Löschgas-Systeme

Legende:

Nicht immer erforderlich

Erforderlich

* Erforderlich bei Personengefährdung




ENTWURF

# Anhang E Bauteile, Systeme und Berechnungsmethode

## E.1 Bauteile

Die folgenden Bauteile müssen anerkannt sein:

[1] Elektrische Steuer- und Verzögerungseinrichtungen
[2] Nichtelektrische Steuer- und Verzögerungseinrichtungen
[3] Handauslöseeinrichtungen
[4] Behälterventile, Zubehör und Auslöseeinrichtung
[5] Bereichsventile und deren Auslöseeinrichtung
[6] Nichtelektrische Blockiereinrichtungen
[7] Düsen
[8] Schläuche und Behälteranschlussrohrleitungen
[9] Branderkennungselemente
[10] Druckschalter
[11] Wiegeeinrichtungen
[12] Alarmmittel
[13] Rückschlagventile in Steuerleitungen
[14] Rückflussverhinderer
[15] Rohrhalterungen (wenn nicht entsprechend diesen Richtlinien)
[16] Druckmessgeräte (z. B. Manometer)
[17] Automatische Entwässerungseinrichtungen

## E.2 Systeme

Systeme für Löschanlagen müssen anerkannt sein. Alle in Löschanlagen eingesetzten Bauteile müssen im System anerkannt sein.

## E.3 Berechnungsmethode

Die Berechnungsmethode zur Dimensionierung des Rohrnetzes muss anerkannt sein.

ENTWURF

# Anhang F Prüfverfahren zur Bestimmung der Löschkonzentrationen für brennbare Flüssigkeiten und Gase mittels Cup-Burner

## F.1 Grundlagen

Das Prüfverfahren zur Bestimmung der erforderlichen Löschkonzentrationen von Löschgasen erfolgt analog zu dem in ISO 6183 : 1990 beschriebenen Verfahren zur Bestimmung der erforderlichen $CO_2$-Löschkonzentration.

Die Cup-Burner-Apparatur dient zur Bestimmung der erforderlichen Löschkonzentrationen für Flüssigkeiten und Gase.

Das so ermittelte Ergebnis ist die theoretische Mindestkonzentration von Löschgas zum Löschen der Flamme. Die Auslegungskonzentration errechnet sich aus diesem Wert (siehe Abschnitt F.5).

## F.2 Die Apparatur

Die Apparatur für diese Messungen ist ein so genannter Cup-Burner, entsprechend Abbildung F-1.

## F.3 Prüfverfahren für brennbare Flüssigkeiten

[1] Die brennbare Flüssigkeit wird in den Brandstoffbehälter gegeben.

[2] Das höhenverstellbare Stativ unter dem Brandstoffbehälter wird so eingestellt, dass die Brandstoff-Oberfläche in dem Becher nicht mehr als 1 mm unterhalb der Becheroberkante liegt.

[3] Die elektrische Steuerung des Becherheizelements wird so eingestellt, dass der Brandstoff eine Temperatur von 25 °C oder von 5 °C oberhalb des Flammpunktes der brennbaren Flüssigkeit in dem offenen Becher erreicht, in jedem Fall die höhere dieser Temperaturen.

[4] Der Brandstoff wird durch geeignete Mittel entzündet, vorzugsweise elektrisch, wobei der Brandstoff während der Prüfung nicht verunreinigt werden darf.

[5] Der Luftdurchsatz wird auf 40 l/min eingestellt.

[6] Das Löschgas wird zugeführt und der Zufluss des Löschgases langsam gesteigert, bis die Flamme gelöscht ist. Der Wert des Löschgasvolumenstroms wird aufgezeichnet.

[7] Etwa 10 ml bis 20 ml des Brandstoffs werden mit einer Pipette von der Becheroberfläche entfernt.

[8] Die Schritte 4 bis 6 werden wiederholt und die Ergebnisse gemittelt.

[9] Die Bestimmung der zum Löschen der Flamme erforderlichen Löschgaskonzentration C erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines Messgerätes zur kontinuierlichen Messung des Löschgases. Das Messgerät muss für den Konzentrationsbereich des zu untersuchenden Gemisches aus Feuerlöschmittel und Luft kalibriert sein.

[10] Alternativ kann auch die Sauerstoffkonzentration in dem Luft/Löschmittelgemisch unterhalb des Bechers mit einem kontinuierlichen Sauerstoff-Analysegerät gemessen werden. Die Löschmittel-Konzentration wird dann nach folgender Gleichung berechnet:

ENTWURF

$$C = 100\% \times \left(1 - \frac{C_{O_2}^{Gas}}{C_{O_2}^{Luft}}\right) \quad \text{(F-1)}$$

Dabei ist

$C$ Konzentration des Löschgases, in Vol.-%,

$C_{O_2}^{Gas}$ Konzentration des Sauerstoffs, in Vol.-%,

$C_{O_2}^{Luft}$ Konzentration des Sauerstoffs in der zugeführten Luft, in Vol.-%.

Alternativ kann die zum Löschen der Flamme erforderliche Konzentration $C$ über den Löschgas-Volumenstrom $\dot{V}_F$ berechnet werden:

$$C = 100\% \times \left(\frac{\dot{V}_F}{40\frac{l}{min} + \dot{V}_F}\right) \quad \text{(F-2)}$$

[11] Die Brandstofftemperatur wird auf 5°C unter dem Siedepunkt des Brandstoffs oder auf 200°C, in jedem Falle auf die niedrigere dieser Temperaturen, erhöht.

[12] Die Schritte 2 und 4 bis 9 werden wiederholt.

[13] Der höhere der für die beiden Brandstofftemperaturen ermittelten Werte wird als die zur Flammenlöschung erforderliche Konzentration bezeichnet.

## F.4 Prüfverfahren für brennbare Gase

[1] Die Apparatur wird dahingehend modifiziert, dass der Becher mit Glaswolle gefüllt und der Brandstoffbehälter in Abbildung F-1 durch ein auf den Brandstoff abgeglichenes Durchflussmessgerät ersetzt wird. Das Durchflussmessgerät ist über einen geeigneten Druckregler an einen Brandstoffvorrat angeschlossen.

[2] Die Brandstoffzufuhr wird so eingestellt, dass eine Strömungsgeschwindigkeit von 130 mm/s innerhalb des Bechers erreicht wird.

[3] Die Schritte 3 bis 9 werden durchgeführt.

[4] Die Brandstofftemperatur wird auf 150°C erhöht.

[5] Die Schritte 4 bis 9 werden wiederholt.

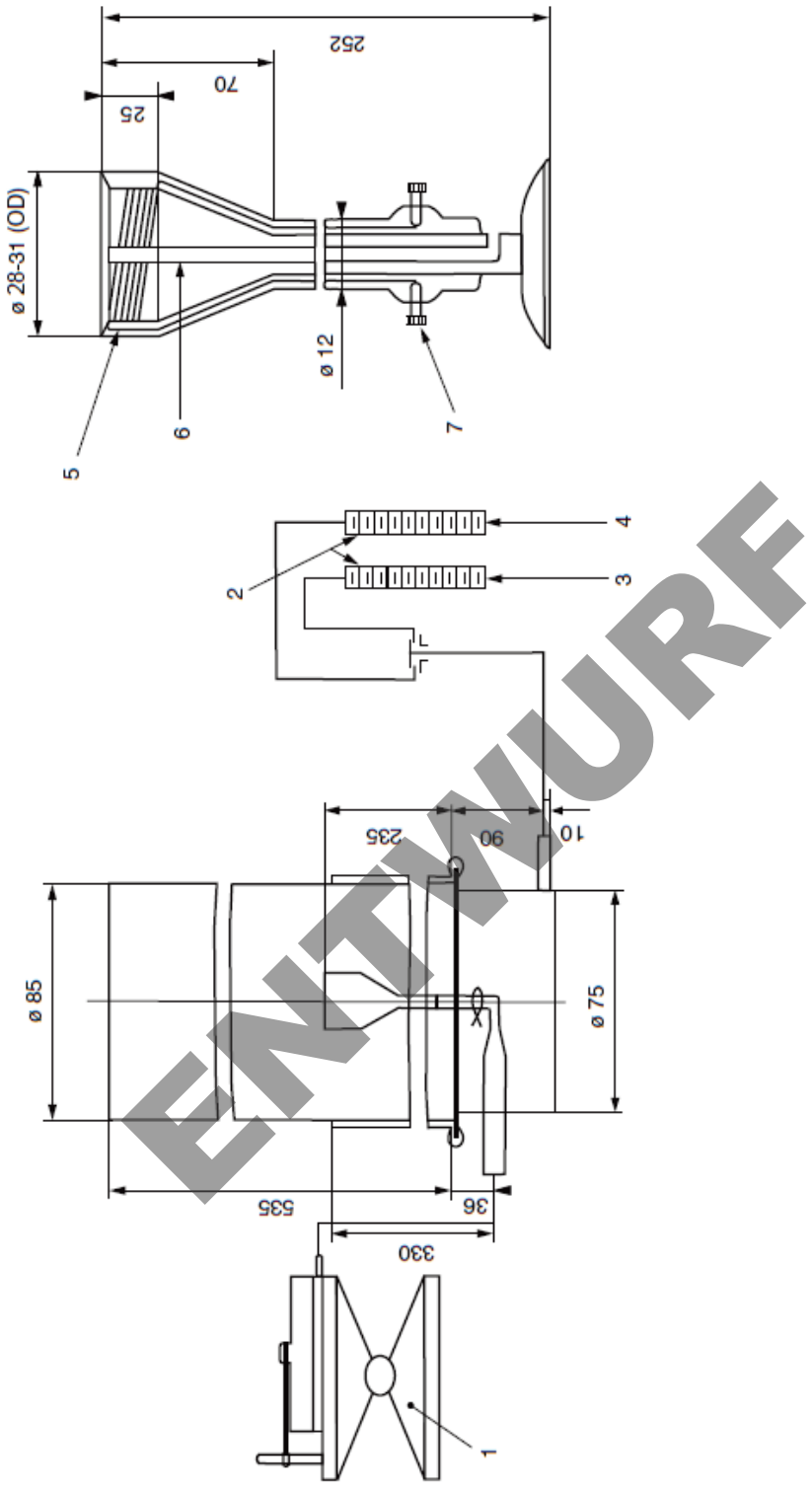
[6] Der höhere der für die beiden Brandstofftemperaturen ermittelten Werte wird als die Löschkonzentration bezeichnet.

[7] Wenn die erforderliche Konzentration bei der höheren Temperatur den Wert bei der niedrigeren erheblich überschreitet, ist der Brandstoff als "temperaturempfindlich" einzustufen. Die zur Löschung temperaturempfindlicher Brandstoffe erforderliche Konzentration muss bei der höchsten Temperatur bestimmt werden, die im jeweiligen Schutzbereich herrschen kann.

## F.5 Berechnung der Auslegungskonzentration

Die zur Löschkonzentration multipliziert mit 1,3 und mit dem Skalierungsfaktor (siehe Abschnitt C.1) ergibt die Auslegungskonzentration.

ENTWURF




ENTWURF

**Legende**

1 Höhenverstellbares Stativ mit Brandstoffbehälter
2 Volumenstrommessgeräte
3 Luft
4 Löschgas (gasförmig)
5 Heizdraht zwischen innerer und äußerer Wand
6 Thermoelement-Rohr
7 Anschluss für Heizeinrichtung

**Abbildung F-1:** Cup-Burner-Prüfeinrichtung – Maße in mm –

# Anhang G Prüfverfahren zur Bestimmung der Löschkonzentrationen mittels Raumbrandversuchen

## G.1 Allgemeines

Eine Feuerlöschanlage mit halogenierten Kohlenwasserstoffen muss die Atmosphäre eines zu schützenden Raumes vollständig durchmischen und zu einer homogenen Löschmittelkonzentration führen, wenn die Prüfung nach diesem Verfahren durchgeführt wird.

In diesem Abschnitt werden Brandversuche für die folgenden Prüfbrände beschrieben:

- Holzstoß
- n-Heptan-Wanne
- Kunststoffplatten
  - PMMA
  - Polypropylen
  - ABS

ENTWURF

## G.2 Löschanlage

Für die Löschversuche müssen die Löschmittelbehälter vor Durchführung des Versuchs für eine Dauer von mindestens 16 h bei (20 ± 2) °C gelagert oder es muss mittels Temperaturaufnehmer eine Temperatur von (20 ± 2) °C innerhalb des Behälters gemessen werden.

Die Düse(n) muss/müssen 360°-Düse(n) sein und den handelsüblichen Düsen des Anlagenherstellers entsprechen. Bei diesen Versuchen darf die Energie des Strahles aus den Düsen, die auf das zu untersuchende Objekt einwirkt, die Brandentwicklung nicht beeinflussen. Daher müssen die Düsen das Löschmittel parallel zur Decke des Prüfraumes ausbringen.

Die Düse(n) muss/müssen wie folgt platziert werden:

- eine 360°-Düse – Düse mittig an der Decke im Abstand von 30 cm von der Decke;
- mehr als eine 360°-Düse – Düsen symmetrisch um die Deckenmitte im Abstand von 30 cm von der Decke.

Die Löschanlage muss für alle Versuche so angeordnet und ausgelegt werden, dass folgende Bedingungen erfüllt werden:

[1] Für halogenierte Kohlenwasserstoffe muss die Zeit für das Ausströmen der Gasphase (vor der Zweiphasenströmung) zuzüglich des Ausströmens des Zweiphasengemisches 8 s bis 10 s betragen.

[2] Für nicht verflüssigte Löschgase muss die Ausströmzeit 50 – 60 s betragen. Zudem muss die eingebrachte Löschmittelmenge zwischen 65 – 90 % der bevorrateten Löschmittelmenge betragen.

Voraussetzung zur Erfüllung der Anforderungen ist eine geeignete Einrichtung möglichst nahe bei den Düsen wodurch der Löschmitteleintrag begrenzt werden kann.

## G.3 Prüfraum

Der Prüfraum muss folgende Anforderungen erfüllen:

[1] Raumvolumen ≥ 100 $m^3$

[2] Breite ≥ 4 m

[3] Länge ≥ 4 m

[4] 3,5 m ≤ Höhe ≤ 4,0 m

[5] Es muss eine geeignete Druckentlastungseinrichtung vorhanden sein, die eine Druckänderung während des Kaltversuchs auf maximal ±300 Pa begrenzt.

*Hinweis: Der zulässige Raumüberdruck muss zusätzlich berücksichtigt werden*

## G.4 Löschkonzentration

Die Löschkonzentration, d. h. die Konzentration ohne Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors (1,30), für jede Prüfung muss 100 % / 1,3 = 76,9 % der Auslegungskonzentration betragen, die in den Auslegungs- und Installationsanleitungen des Herstellers für eine Umgebungstemperatur von etwa 20 °C im Prüfraum für eine bestimmungsgemäße Endanwendung festgelegt wird.

Die Löschmittelmenge, die zum Aufbau der Konzentration im Prüfraum benötigt wird, kann mit Hilfe der Gleichungen in Abschnitt 5.3 bestimmt werden.

Um die tatsächliche Löschmittelkonzentration zu verifizieren, wird eine Flutung ohne Feuer (Kaltversuch) unter Verwendung derselben Löschmittelmenge durchgeführt.

## G.5 Kaltversuch

Es ist ein Kaltversuch (d. h. eine Flutung ohne Feuer) mit der gleichen Löschmittelmenge (±2 %) wie in den Brandversuchen durchzuführen, um die tatsächliche Konzentration des in den Raum eingebrachten Löschmittels zu überprüfen.

Es muss die Löschgaskonzentration gemessen werden.

Das folgende Verfahren ist zur Überprüfung der Löschgaskonzentration anzuwenden:

Mithilfe der während der Kaltflutung eingebrachten Löschgasmenge ist die Löschgaskonzentration zu errechnen, wobei folgende Formeln zu verwenden sind, die die Löschgasdichte bei 20 °C und 1013 mbar zugrunde legen:

$$C = 100\% \times \left(1 - e^{-\frac{Q}{\rho \times V}}\right) \quad \text{(G-1)}$$

$$C = 100\% \times \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{Q}{\rho \times V}}\right) \quad \text{(G-2)}$$

wobei

$C$ die Löschmittelkonzentration

$Q$ Gasmenge

$\rho$ Gasdichte bei 20 °C und 1013 mbar

$V$ Volumen des Prüfraums.

ENTWURF

Die errechnete Löschgaskonzentration wird mit der Konzentration verglichen, die während der Kaltflutung gemessen wurde. Der Unterschied darf 1 % rel. der Löschgaskonzentration nicht übersteigen.

*Hinweis: Unter diesen Umständen wird die Formel als überprüft angesehen, selbst wenn die Raumtemperatur zu Beginn der Prüfung und der atmosphärische Druck nicht berücksichtigt werden. Möglicherweise kommt es zu einer Kompensation durch verschiedene Einflussfaktoren, doch solange diese Faktoren sich im Verlauf der Versuchsreihe nicht ändern, hat dies keinen Einfluss auf das Prüfergebnis.*

Bei einer Differenz in der Löschgaskonzentration von über 2 % rel. oder über der erforderlichen Messgenauigkeit oder wenn die Bedingungen (z. B. Temperatur im Prüfraum) während Kaltflutung und Brandversuch nicht identisch sind, müssen die Formeln korrigiert werden, um den Unterschied zwischen den Realbedingungen im Prüfraum und der Theorie zu berücksichtigen.

Um die Korrektor durchzuführen, müssen die möglichen Gründe für den Unterschied zwischen der Berechnung und der Messung erforscht werden und die Berechnungsformel ist entsprechend anzupassen.

[1] Verschiedene Dichte (aufgrund der Temperatur und/oder z. B. des atmosphärischen Drucks):

i. Daten nutzen (Temperatur und atmosphärischer Druck), die zu Beginn der Kaltflutung gemessen wurden.

[2] Das Verhalten des aus dem Prüfraum ausströmenden Gases entspricht nicht zu 100 % den Annahmen, die der Formel zugrunde liegen:

i. Allgemeinen Korrekturfaktor *a* für Term $x$ nutzen (siehe (G-3)).

Das Ergebnis ist eine geänderte Berechnungsformel, die auf diese spezielle Prüfreihe anwendbar ist.

$$C = 100\% \times \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{Q}{a\rho \times V}}\right) \qquad \text{(G-3)}$$

Die Löschkonzentration für jeden Brandversuch wird aus der größten Löschgasmenge errechnet, die in den drei Brandversuchen mit positivem Ergebnis eingebracht wurde. Zur Berechnung ist diejenige Formel zu verwenden, die auf Basis der Kaltflutung überprüft (und wenn nötig angepasst) wurde.

Dies bedeutet für die Bewertung der Brandversuchsdaten unter Verwendung der angepassten Formel, dass die Raumtemperatur und der atmosphärische Druck zu Beginn jedes Brandversuchs zu verwenden sind sowie dass der allgemeine Korrekturfaktor raumspezifisch ist und gleich bleibt.

## G.6 Messeinrichtungen

### G.6.1 Anforderungen

Die Probenahme und Speicherung von Daten, die mit Hilfe der unter G.6.2, G.6.3, G.6.4 und G.6.5 beschriebenen Messeinrichtungen aufgenommen werden, muss mit einer Abtastrate von mindestens 10 Hz erfolgen.

ENTWURF

### G.6.2 Messung der Sauerstoffkonzentrationen

Die Messung der Sauerstoffkonzentration erfolgt mit einem kalibrierten Sauerstoffmessgerät, das die Sauerstoffkonzentrationen mit einer maximalen Messunsicherheit von 0,1 Vol.-% messen kann. Die Messeinrichtung muss die Sauerstoffkonzentration im Prüfraum während der gesamten Versuchsdauer kontinuierlich erfassen und aufzeichnen. Die Genauigkeit der Messeinrichtungen darf nicht durch Brandprodukte beeinflusst werden.

Im Prüfraum müssen mindestens drei Messstellen angeordnet sein (siehe Abbildung G-1). Eine Messstelle muss in der Höhe der Oberkante des Brandobjektes über dem Boden, 0,6 m bis 1 m vom Brandobjekt entfernt, angeordnet sein. Die anderen beiden Messstellen müssen in einer Höhe von 0,1 H und 0,9 H (H ist die Höhe des Prüfraumes) angeordnet sein.

*Anmerkung: Zusätzlich zu den Sauerstoffkonzentrationen sollten auch die $CO_2$-Konzentrationen und möglicherweise auch die Konzentrationen des Löschgases gemessen werden. Brandprodukte, wie CO, $CO_2$ usw., dürfen keinen Einfluss auf die Bewertung des Löschverhaltens des untersuchten Löschgases haben.*

### G.6.3 Düsendruck

Der Druck an der Düse während der Flutung muss mittels eines Druckaufnehmers im Rohrnetz, der sich maximal 1 m von der Düse entfernt befindet, aufgezeichnet werden.

### G.6.4 Raumtemperatur

In der Mitte des Prüfraumes müssen 100 mm oberhalb des Brandobjektes und in einer Höhe von 0,9 H (H ist die Höhe des Prüfraumes) Temperaturfühler angeordnet sein. Ein dritter Temperaturfühler muss in der Höhe der Oberkante des Brandobjektes über dem Boden, 0,6 m bis 1 m vom Brandobjekt entfernt, angeordnet sein (siehe Abbildung G-1).

Die Temperatur im Prüfraum muss zu Beginn jedes Versuchs 20 °C $\pm$ 5 °C betragen.

*Anmerkung: Es wird empfohlen, Thermoelemente Typ K (Ni-CrNi) mit einem Durchmesser von 1 mm zu verwenden.*

### G.6.5 Temperatur an der Düse

Für halogenierte Kohlenwasserstoffe muss zusätzlich die Temperatur des flüssigen Löschmittels im Düsenstrahl, unmittelbar hinter der Düse, aufgezeichnet werden.

### G.6.6 Video/Beobachtungen

Kameras, z. B. Infrarot-Kameras, oder andere Maßnahmen zur direkten Beobachtung des Feuers können hilfreich sein, um den Zeitpunkt der Flammenlöschung zu bestimmen.

### G.6.7 Messung der Löschkonzentration

Bei den Kalt-Ausströmversuchen mit verflüssigten Löschgasen muss die Löschkonzentration mithilfe eines für das Löschmittel geeigneten, kalibrierten Löschmittelmessgeräts mit einer Mindestgenauigkeit von 0,2 Vol-% gemessen und aufgezeichnet werden. Die Messeinrichtung muss die Konzentration im Raum ohne Unterbrechung überwachen und aufzeichnen, mindestens bis sich die Konzentration stabilisiert.

Bei den Kalt-Ausströmversuchen mit nicht-verflüssigten Löschgasen muss die Löschgaskonzentration oder die Sauerstoffkonzentration gemessen und aufgezeichnet werden. Für die Messung der Löschgaskonzentration gelten die Anforderungen für verflüssigte

ENTWURF

Löschgase. Für die Messung der Sauerstoffkonzentration gelten die Anforderungen aus Abschnitt G.6.2. Die Messeinrichtung muss die Konzentration im Raum ohne Unterbrechung überwachen und aufzeichnen, mindestens bis sich die Konzentration stabilisiert.

Die Sensoren zur Messung der Löschgas- oder Sauerstoffkonzentration sind gemäß Abschnitt G.6.2 zu positionieren.

### G.6.8 Löschmittelmenge

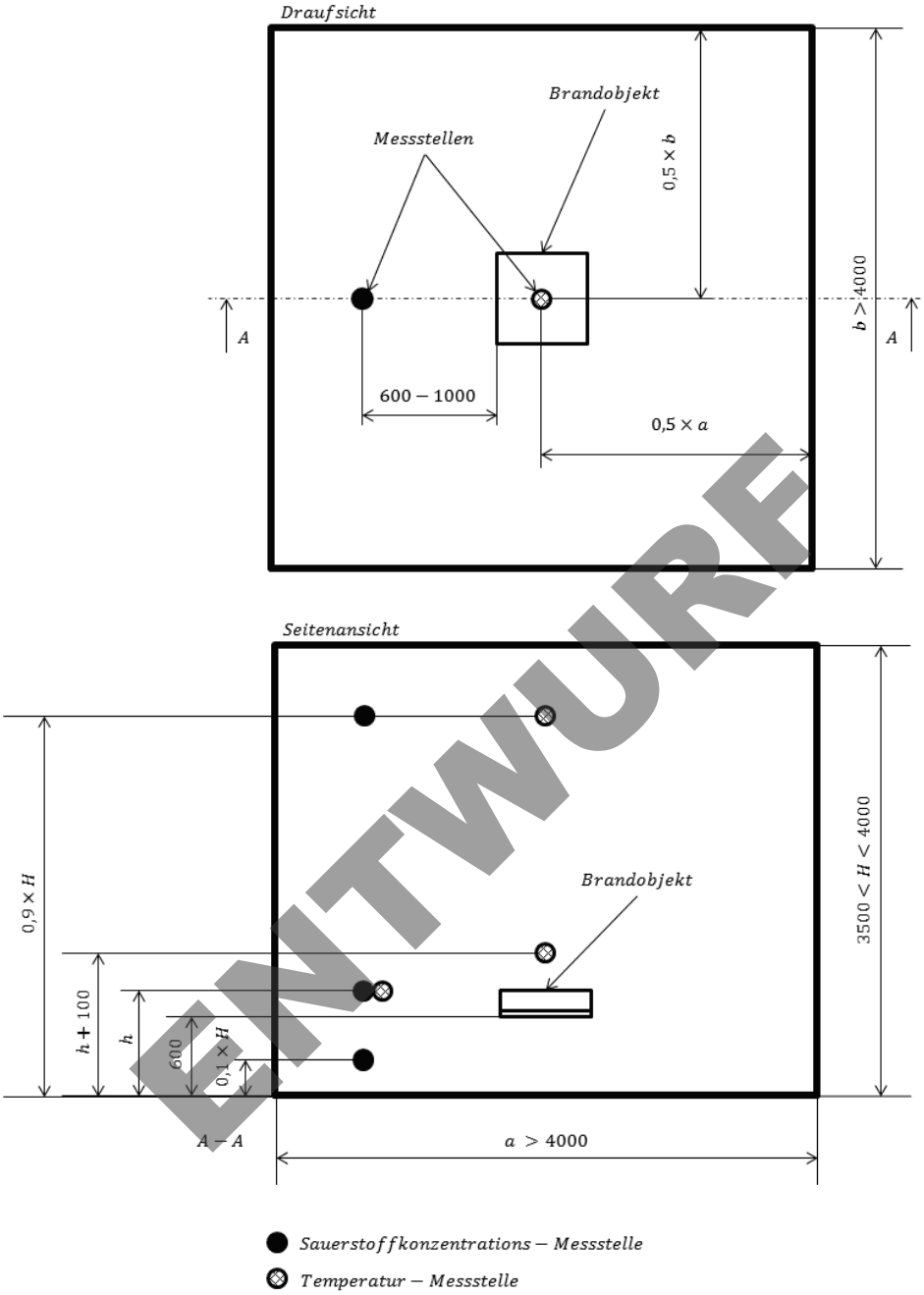
Die austretende Löschgasmenge muss aus der gemessenen Löschmittelmenge vor und nach Auffüllen des Behälters sowie vor und nach Austreten errechnet werden. Die Menge jedes Behälters muss mithilfe einer kalibrierten Wiegeeinrichtung bis auf mindestens eine Dezimalstelle (0,1 kg) gemessen und aufgezeichnet werden.

### G.6.9 Atmosphärischer Druck

Vor jedem Versuch ist der atmosphärische Druck mithilfe eines kalibrierten Gerätes mit einer Genauigkeit von mindestens 100 Pascal zu messen und aufzuzeichnen.

ENTWURF

## G.6.10 Positionierung




ENTWURF

**Abbildung G-1:** Drauf- und Seitenansicht für die Anordnung der Messstellen – nicht maßstäblich – Maße in mm

## G.7 Aufzeichnung von Daten

Nach der geforderten Vorbrennzeit sind für jede Prüfung folgende Angaben aufzuzeichnen:

[1] Die Ausströmzeit, d. h. für halogenierte Kohlenwasserstoffe die Zeit der Gasphase (vor der Zweiphasenströmung) zuzüglich der Zeit der Zweiphasenströmung; für nicht druckverflüssigte Löschgase die Zeit vom Öffnen des/der Behälterventils/-ventile bis zur Beendigung der Flutung; die Ausströmzeit für halogenierte Kohlenwasserstoffe wird bestimmt aufgrund des Düsendruckes, der Temperatur im Düsenstrahl oder einer Kombination dieser beiden Parameter.

[2] Die Zeit, die benötigt wird, um den Brand zu löschen, in s; diese Zeit ist durch visuelle Beobachtung oder andere geeignete Mittel zu bestimmen.

[3] Die Gesamtmenge des Löschmittels, das in den Prüfraum eingebracht wurde.

[4] Die Einwirkzeit (Zeit vom Ende der Flutung bis zum Öffnen des Prüfraumes.

*Hinweis: Das Ende der Flutung ist der Zeitpunkt, zu dem effektiv kein Löschmittel mehr ausgestoßen wird. Für verflüssigte Löschmittel mit Drucküberlagerung ist es der Augenblick, in dem der Ausstoß überwiegend gasförmig erfolgt. Für verflüssigte Löschmittel ohne Drucküberlagerung und für nicht druckverflüssigte Löschmittel, bei denen eine Absperreinrichtung den Austrag beendet, ist es der Augenblick, in dem sich der Druck an der Düse auf null verringert.*

## G.8 Dokumentation

Ein Prüfbericht zur Dokumentierung der Versuchsergebnisse ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 zu verfassen. Zusätzlich zu den Informationen gemäß G.9.6G.10.50 C.5.1.5, C.5.2.5, C.6.1.5, C.6.2.5, und C.6.3.5 muss der Bericht für jede Versuchsreihe mindestens die im Folgenden genannten Informationen beinhalten.

[1] Beschreibung der Löschanlageneinheit einschließlich schematische Zeichnung des Rohrsystems inkl. Beschreibung des Folgenden
- a) Löschmittelbehälter (Typ, Volumen und Drucküberlagerung)
- b) Sammelrohre, falls vorhanden
- c) Rohre (Material, Wanddicke, Länge, Durchmesser und Fittings)
- d) Lage der Druckaufnehmer am Rohrnetz
- e) Düse(n) (Material, Art, Öffnung inkl. Nummer, Größe und Anordnung)
- f) Lage des Temperaturmessgeräts außerhalb der Düse
- g) Bezeichnung des genutzten Programms zur Durchflussberechnung

[2] Beschreibung des Prüfraums, vorzugsweise schematisch, einschließlich
- a) Konstruktionsmaterialien
- b) Länge, Breite und Höhe
- c) berechnete Fläche und Nettovolumen
- d) Lage und Abmessung verschließbarer Öffnungen und Druckentlastungen
- e) Lage der Sensoren im Raum

[3] Beschreibung der Messgeräte einschließlich
- a) genutzte Datenerfassungssoftware, einschließlich Abtastfrequenz
- b) Beschreibung der Messgeräte einschließlich
  - i. Hersteller und Modellnummer
  - ii. Messgenauigkeit und Auflösung

[4] Überprüfung der Löschgaszusammensetzung anhand des Konformitätszertifikats oder durch Prüfung

ENTWURF

[5] Datenerfassung einschließlich

a) Löschmittelmenge
   i. vor und nach Auffüllung
   ii. vor und nach Flutung

b) Löschmittelmenge im Behälter

c) Löschmitteldruck nach Auffüllung bei 20 ± 2 C

d) kurz vor der Zündung des Versuchsbrennstoffs
   i. Dauer und Temperatur der Konditionierung
   ii. Behältertemperatur
   iii. Behälterdruck
   iv. atmosphärischer Druck
   v. Raumtemperatur
   vi. Sauerstoffkonzentration im Raum

e) folgende Kurven in Abhängigkeit von der Zeit
   i. Sauerstoffkonzentration im Raum
   ii. Düsendruck
   iii. Raumtemperatur
   iv. bei verflüssigten Löschgasen Temperatur des Strahls an der Düse
   v. bei verflüssigten Löschgasen Löschgaskonzentration im Raum während Kalt-Ausströmversuchen

f) Flutungszeit

g) in den Prüfraum eingebrachte Löschmittelmenge

h) Zeitpunkt der Löschung ab Auslösung der Flutung

i) durchschnittlicher Düsendruck, errechnet aus Düsendruckkurve in Abhängigkeit von der Zeit

j) Löschkonzentration

## G.9 Holzstoßversuch

### G.9.1 Zündquelle

Die Entzündung des Holzstoßes erfolgt durch die Verbrennung von 1,5 l n-Heptan (Spezifikationen siehe Tabelle G.) auf einer Wasservorlage von 12,5 l in einer quadratischen Stahlwanne, die eine Fläche von 0,25 $m^2$, eine Höhe von mindestens 100 mm und eine Wandstärke von 6 mm hat (siehe Abbildung G-2).

| **Eigenschaft** | **Wert** |
|---|---|
| Reinheit | ≥ 99% |
| Siedepunkt bei 1013 hPa | 98,5 °C |

**Tabelle G.1:** Spezifikation n-Heptan

ENTWURF

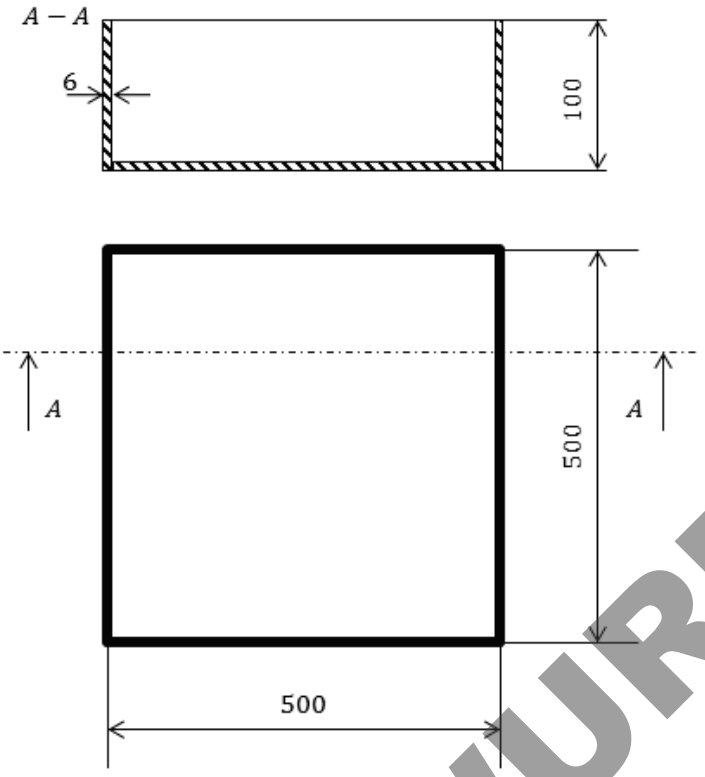



**Abbildung G-2:** Bild der Wanne für Versuche mit Holzstoß und n-Heptan

## G.9.2 Beschreibung des Brandobjektes

### G.9.2.1 Aufstellen des Holzstoßes

Der Holzstoß besteht aus vier Lagen von je sechs getrockneten Hölzern aus Fichte oder Tanne mit den Abmessungen von 40 mm × 40 mm sowie einer Länge von 450 ± 50 mm und einem Feuchtegehalt zwischen 9 % und 13 %. Die übereinander angeordneten Holzlagen werden rechtwinklig zueinander angeordnet. Die einzelnen Hölzer sind in jeder Lage in gleichmäßigem Abstand zueinander so zu verteilen, dass ein Quadrat entsteht, dessen Seitenlänge der Länge der Hölzer entspricht. Die Hölzer, die die Außenkanten des Holzstoßes bilden, sind zusammen zu heften oder zu nageln.

Das Vorbrennen des Holzstoßes muss außerhalb des Prüfraumes erfolgen. Dabei muss der Holzstoß auf einem Gestell so angeordnet sein, dass sich der Holzstoß 300 mm über der Wanne mit dem Zünd-Brennstoff befindet (entsprechend G.9.3).

*Hinweis: Wenn durch eine andere geeignete Maßnahme verhindert wird, dass zum Zeitpunkt der Auslösung der Löschanlage die Sauerstoffkonzentration im Prüfraum in Höhe des Brandobjektes nicht mehr als 0,5 Vol.-% unterhalb der Sauerstoffkonzentration liegt, die unter atmosphärischen Bedingungen gemessen wurde, ist diese Maßnahme durch VdS im Vorfeld zu prüfen.*

Nach der Vorbrennzeit ist der Holzstoß in den Prüfraum zu bringen und auf einem Prüfstand in der Mitte des Prüfraumes mit der Unterseite 600 mm über dem Boden des Prüfraumes zu positionieren (entsprechend G.9.3).

ENTWURF

## G.9.3 Prüfmethode

Vor Beginn der Versuche muss die Zusammensetzung des Löschgases analysiert werden. Das Gewicht und der Feuchtegehalt des Holzstoßes vor dem Versuch sind aufzuzeichnen.

### G.9.3.1 Durchführung

Der Holzstoß ist mittig, mit seiner Unterseite etwa 300 mm über der Oberkante der Wanne, auf einem Prüfstand anzuordnen. Der Prüfstand muss so konstruiert sein, dass die Unterseite des Holzstoßes offen ist und von der Umgebungsluft frei angeströmt werden kann. Das Vorbrennen muss außerhalb des Prüfraumes erfolgen, nach Möglichkeit in einem Raum. Dieser Raum muss ausreichend groß sein, d. h., ein Volumen von mindestens dem 5-fachen Volumen des Prüfraumes haben. Das Vorbrennen darf keinesfalls durch Witterungsbedingungen, z. B. durch Regen, Wind, Sonne usw., beeinflusst werden. Die Windgeschwindigkeit in der Nähe des Feuers darf maximal 3 m/s betragen. Bei Bedarf müssen geeignete Windschutzeinrichtungen usw. verwendet werden. Witterungsbedingungen einschließlich Vorbrennort, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit sind aufzuzeichnen.

Das n-Heptan ist zu entzünden und der Holzstoß muss ohne weitere Beeinflussung brennen können. Die 1,5 l n-Heptan ergeben eine Brenndauer von etwa 3 min. Nachdem das n-Heptan verbraucht ist, muss der Holzstoß für eine weitere Dauer von etwa 3 min außerhalb des Prüfraumes weiterbrennen, so dass sich eine Gesamt-Vorbrennzeit von 6 min (+ 10 s, - 0 s) ergibt.

Kurz vor Ende der Vorbrennzeit ist der Holzstoß in den Prüfraum zu bringen und auf einem Prüfstand so anzuordnen, dass sich die Unterseite des Holzstoßes 600 mm über dem Boden des Prüfraumes befindet. Der Prüfraum ist zu verschließen und das Löschsystem zu betätigen. Die Zeit, die zur Positionierung des brennenden Holzstoßes im Prüfraum und zur Auslösung der Löschanlage erforderlich ist, darf 15 s nicht überschreiten.

Zum Zeitpunkt der Auslösung der Löschanlage darf die Sauerstoffkonzentration im Prüfraum in Höhe des Holzstoßes nicht mehr als 0,5 Vol.-% unterhalb der Sauerstoffkonzentration liegen, die unter atmosphärischen Bedingungen gemessen wurde. Während der Prüfung darf die Änderung der Sauerstoffkonzentration aufgrund von Verbrennungsprodukten nicht mehr als 1,5 Vol.-% betragen. Diese Änderung muss durch Vergleich der im Kaltversuch gemessenen Sauerstoffkonzentration mit der in diesem Brandversuch gemessenen Sauerstoffkonzentration bestimmt werden (Vergleich der Mittelwerte).

Nach Beendigung der Flutung muss der Prüfraum für eine Dauer von insgesamt 10 min geschlossen bleiben. Nach der Einwirkzeit von 10 min ist der Holzstoß aus dem Prüfraum herauszunehmen, und es ist zu untersuchen, ob eine ausreichende Brennstoffmenge verbleibt, um die Verbrennung aufrechtzuerhalten und ob Anzeichen für eine Wiederentzündung vorhanden sind.

Bei Bedarf ist die Konzentration des Feuerlöschmittels zu verändern und das Versuchsprogramm zu wiederholen, bis die Anforderungen gem. Abschnitt 0 erfüllt werden.

## G.9.4 Bestimmung der Auslegungskonzentration des Löschmittels

Die Auslegungskonzentration ist die mit einem geeigneten Sicherheitsfaktor multiplizierte labortechnische Löschkonzentration.

Die labortechnische Löschkonzentration ist die Konzentration, bei der in drei aufeinander folgenden Versuchen der Brand zufrieden stellend gelöscht wird. Es darf 10 min nach Flutungsende keine Rückzündung stattfinden und kein Glutnest vorhanden sein.

ENTWURF

Alternativ dürfen drei erfolgreiche, nicht aufeinander folgende Versuche für jeden Brandstoff unter der Voraussetzung angewendet werden, dass die höchste Konzentration für jeden Brandstoff verwendet wird.

### G.9.5 Aufzeichnung von Daten

Zusätzlich zu den aufgeführten Punkten unter G.7 muss der zeitliche Verlauf der Temperatur des Holzstoßes, vorzugsweise unter Verwendung einer Infrarotkamera (Empfehlung) aufgezeichnet werden

### G.9.6 Dokumentation

Zusätzlich zu den Informationen gemäß G.9.5, G.9.4 und G.8 muss der Bericht für jede Versuchsreihe mindestens die im Folgenden genannten Informationen beinhalten.

[1] Beschreibung des Prüfraums, vorzugsweise schematisch, einschließlich
  a) Position des Brandobjektes innerhalb des Prüfraums

[2] Beschreibung der Zündquelle, einschließlich
  a) Material und Abmessung der Wanne
  b) Heptan Spezifikationen nachgewiesen per Zertifikat oder Test
  c) Wasser- und Heptanmenge innerhalb der Wanne
  d) Material, Dimensionierung, Konstruktion, Gewicht und Feuchtegehalt des Holzstoßes

[3] Beschreibung der Versuchmethode einschließlich Details zur Versuchsdurchführung
  a) Platzierung und Ausrichtung bezüglich der Wanne während der Vorbrennzeit
  b) Wetterbedingungen die eventuell Einfluss auf die Vorbrennzeit haben
  c) Dauer der Vorbrennzeit
  d) Sauerstoffkonzentration zu Beginn der Flutung
  e) Einwirkzeit
  f) Untersuchungen auf Anzeichen einer Rückzündung nach Ende der Einwirkzeit
    i. Anzahl und Lage von Glutnestern
    ii. Wiederentzündung von Glutnestern bzw. des Holzstoßes
  g) Holzstoßgewicht nach dem Versuch

ENTWURF

## G.10 Heptan-Wannen-Versuch

### G.10.1 Zündquelle

Für den Brand ist eine quadratische Stahlwanne mit einer Fläche von 0,25 $m^2$, einer Höhe von 100 mm und einer Wanddicke von 6 mm entsprechend der Spezifikation in Abbildung G-2 zu verwenden. Die Stahlwanne ist mit 12,5 l n-Heptan (Spezifikationen siehe Tabelle G.) zu füllen. Damit befindet sich die n-Heptan-Oberfläche 50 mm unterhalb des oberen Randes der Wanne.

Die Stahlwanne muss in der Mitte des Prüfraumes so angeordnet werden, dass sich ihre Unterseite 600 mm über dem Boden des Prüfraumes befindet.

### G.10.2 Beschreibung des Brandobjektes

#### G.10.2.1 Aufstellen der n-Heptan-Wanne

Für den Brand ist eine quadratische Stahlwanne mit einer Fläche von 0,25 $m^2$, einer Höhe von 100 mm und einer Wanddicke von 6 mm entsprechend der Spezifikation in

Abbildung G-2 zu verwenden. Die Stahlwanne ist mit 12,5 l n-Heptan zu füllen. Damit befindet sich die n-Heptan-Oberfläche 50 mm unterhalb des oberen Randes der Wanne.

Die Stahlwanne muss in der Mitte des Prüfraumes so angeordnet werden, dass sich ihre Unterseite 600 mm über dem Boden des Prüfraumes befindet.

## G.10.3 Prüfmethode

Vor Beginn der Versuche muss die Zusammensetzung des Löschgases analysiert werden.

### G.10.3.1 Durchführung

Das n-Heptan wird entzündet und 30 s brennen gelassen.

Nach 30 s werden alle Öffnungen geschlossen und die Löschanlage wird manuell ausgelöst. Zum Zeitpunkt der Auslösung der Löschanlage darf die Sauerstoffkonzentration im Prüfraum nicht mehr als 0,5 Vol.-% niedriger sein als die unter atmosphärischen Bedingungen gemessene Sauerstoffkonzentration. Während der Prüfung darf die Änderung der Sauerstoffkonzentration aufgrund von Verbrennungsprodukten nicht mehr als 1,5 Vol.-% betragen. Diese Änderung muss durch Vergleich der im Kaltversuch gemessenen Sauerstoffkonzentration mit der in diesem Brandversuch gemessenen Sauerstoffkonzentration bestimmt werden (Vergleich der Mittelwerte).

Bei Bedarf ist die Konzentration des Feuerlöschmittels zu verändern und das Versuchsprogramm zu wiederholen, bis die Anforderungen gem. Abschnitt G.10.4 erfüllt werden.

## G.10.4 Bestimmung der Auslegungskonzentration des Löschmittels

Die Auslegungskonzentration ist die mit einem geeigneten Sicherheitsfaktor multiplizierte labortechnische Löschkonzentration..

Die labortechnische Löschkonzentration ist die Konzentration, bei der in drei aufeinander folgenden Versuchen der Brand zufrieden stellend gelöscht wird. Es dürfen 30 s nach Flutungsende keine Flammen vorhanden sein.

Alternativ dürfen drei erfolgreiche, nicht aufeinander folgende Versuche für jeden Brandstoff unter der Voraussetzung angewendet werden, dass die höchste Konzentration für jeden Brandstoff verwendet wird.

## G.10.5 Aufzeichnung von Daten

Die Ergebnisse müssen entsprechend der Beschreibung in G.7 aufgezeichnet werden.

## G.10.6 Dokumentation

Zusätzlich zu den Informationen gemäß G.10.5, G.10.4 und G.8 muss der Bericht für jede Versuchsreihe mindestens die im Folgenden genannten Informationen beinhalten.

[1] Beschreibung des Prüfraums, vorzugsweise schematisch, einschließlich
   a) Position des Brandobjektes innerhalb des Prüfraums

[2] Beschreibung der Zündquelle, einschließlich
   a) Material und Abmessung der Wanne
   b) Heptan Spezifikationen nachgewiesen per Zertifikat oder Test
   c) Wasser- und Heptanmenge innerhalb der Wanne

[3] Beschreibung der Versuchmethode einschließlich Details zur Versuchsdurchführung

ENTWURF

a) Dauer der Vorbrennzeit
b) Sauerstoffkonzentration zu Beginn der Flutung

## G.11 Kunststoffplatten-Versuche

### G.11.1 Zündquelle

Die Zündquelle besteht aus einer Heptan-Schale, bestehend aus weichem Stahl oder Edelstahl mit einer Wandstärke von 2 mm, den Abmessungen 51 mm x 112 mm und 21 mm tief; die Schale wird mittig 12 mm unterhalb der Unterkante der Kunststoffplatten angeordnet (siehe Abbildung G-3). Die 51 mm lange Seite der Schale ist parallel zu den Kunststoffplatten angeordnet. Die Schale wird mit 6,0 ml n-Heptan (Spezifikationen siehe Tabelle G.) auf einer Wasservorlage von 40 ml gefüllt.

### G.11.2 Beschreibung des Brandobjektes

#### G.11.2.1 Kunststoff-Brandstoffe

Die Versuche müssen mit folgenden Kunststoffen durchgeführt werden:

- Polymethylmethacrylat (PMMA)
- Polypropylen (PP)
- Acrylonitrile-butadien-styren-polymer (ABS)

Die Eigenschaften der Kunststoffe sind in Tabelle A9.3 aufgeführt.

| **25 kW/m² Exposition im Kegel-Kalorimeter – ASTM E 13554** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **180 s Mittelwert** | | **Effektiv** | |
| **Brandstoff** | **Farbe** | **Dichte** | **Zündzeit** | | **Wärmefrei-setzungsrate** | | **Verbrennungs-wärme** | |
| | | g/cm³ | s | Toleranz | kW/m² | Toleranz | MJ/kg | Toleranz |
| PMMA | Schwarz | 1.19 | 77 | ±30% | 286 | ±25% | 23.3 | ±25% |
| PP | Natur (Weiß) | 0.905 | 91 | ±30% | 225 | ±25% | 39.6 | ±25% |
| ABS | Natur (Creme) | 1.04 | 115 | ±30% | 484 | ±25% | 29.1 | ±25% |

**Tabelle G.2:** Eigenschaften der Kunststoffe

#### G.11.2.2 Kunststoff-Brandobjekt

Jedes Polymer-Brandobjekt muss aus vier Polymerplatten gemäß Abschnitt G.11.2.1 bestehen. Jede Polymerplatte hat folgende Abmessungen:

- Höhe: 405 mm ± 5 mm
- Breite: 200 mm ± 5 mm
- Dicke: 10 mm ± 1 mm

Die Zwischenräume zwischen den Platten und ihre Anordnung erfolgt entsprechend Abbildung G-3. Die Unterseite des Brandobjektes ist 203 mm über dem Boden des Prüfraumes angeordnet. Die Kunststoffplatten müssen mechanisch in den vorgegebenen Abständen fixiert werden, so dass sie sich während der Versuche nicht signifikant durchbiegen.

Das Brandobjekt ist in der Mitte des Prüfraumes anzuordnen.

ENTWURF

### G.11.2.3 Abschirmung des Brandobjektes

Eine Abschirmung des Brandobjektes, bestehend aus einem Metallrahmen mit Metallplatten auf der Oberseite und an zwei Seitenflächen, ist um das Brandobjekt herum entsprechend Abbildung G-3 vorzusehen. Die Abschirmung ist 380 mm breit, 850 mm hoch und 610 mm tief. Die Seite mit den Maßen 610 mm (breit) x 850 mm (hoch) sowie die Oberseite (610 mm x 380 mm) sind mit Metallplatten zu versehen. Die beiden übrigen Seiten sowie die Unterseite bleiben offen.

Die Metallplatten müssen eine Wandstärke von 2 mm bis 3 mm haben.

Das Brandobjekt ist innerhalb der Abschirmung so anzuordnen, dass die 200 mm lange Seite des Brandobjektes und die 610 mm lange Seite der Abschirmung parallel zueinander sind.

### G.11.2.4 Äußere Prallbleche

Es sind äußere Prallbleche entsprechend Abbildung G-4 anzufertigen und um die Abschirmung des Brandobjektes herum anzuordnen. Die Prallbleche müssen vom Boden des Prüfraumes einen Abstand von 90 mm haben. Die oberen Prallbleche sind um 45° gegenüber den unteren Prallblechen versetzt anzuordnen.

ENTWURF

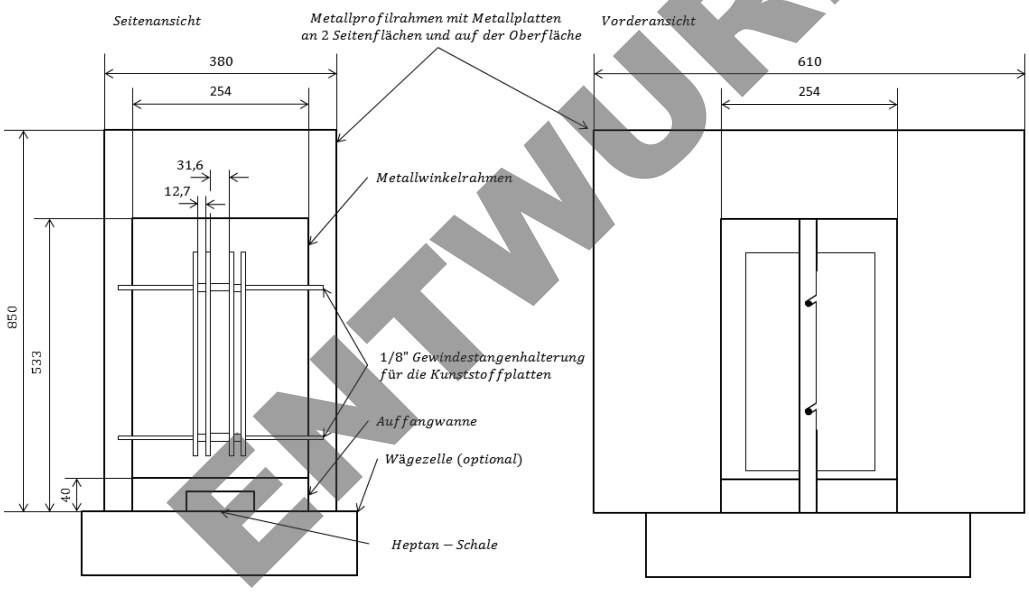



**Abbildung G-3:** Kunststoff-Brandobjekt

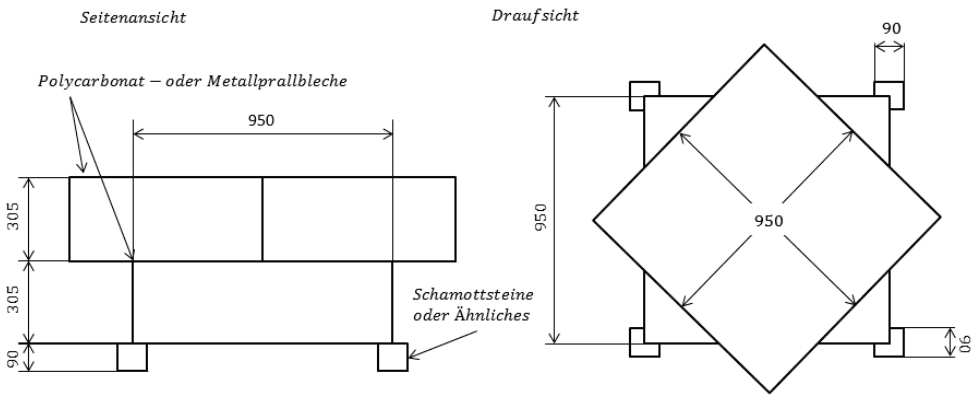



**Abbildung G-4:** Anordnung der äußeren Prallbleche für die Kunststoff-Versuche

## G.11.3 Prüfmethode

Vor Beginn der Versuche muss die Zusammensetzung des Löschgases analysiert werden. Vor dem Versuch ist das Gewicht der Kunststoffplatten aufzuzeichnen.

### G.11.3.1 Durchführung

Das n-Heptan ist zu entzünden und muss vollständig verbrennen. 210 s nach der Entzündung des n-Heptans sind alle Öffnungen des Prüfraumes zu verschließen und das Löschsystem ist manuell auszulösen.

Zum Zeitpunkt der Auslösung der Löschanlage darf die Sauerstoffkonzentration im Prüfraum in Höhe des Brandobjektes nicht mehr als 0,5 Vol.-% unterhalb der Sauerstoffkonzentration liegen, die unter atmosphärischen Bedingungen gemessen wurde. Während der Prüfung darf die Änderung der Sauerstoffkonzentration aufgrund von Verbrennungsprodukten nicht mehr als 1,5 Vol.-% betragen. Diese Änderung muss durch Vergleich der im Kaltversuch gemessenen Sauerstoffkonzentration mit der in diesem Brandversuch gemessenen Sauerstoffkonzentration bestimmt werden (Vergleich der Mittelwerte).

Nach Beendigung der Flutung muss der Prüfraum für eine Dauer von insgesamt 10 min geschlossen bleiben. Nach der Einwirkzeit von 10 min ist der Prüfraum zu belüften, und es ist zu untersuchen, ob eine ausreichende Brennstoffmenge verbleibt, um die Verbrennung aufrechtzuerhalten und ob Anzeichen für eine Wiederentzündung vorhanden sind. Aufzuzeichnen sind

[1] Lage von brennendem Material,
[2] stattfindende Wiederentzündung und
[3] die Masse des Brandobjektes nach der Prüfung.

Bei Bedarf ist die Konzentration des Feuerlöschmittels zu verändern und das Versuchsprogramm zu wiederholen, bis die Anforderungen gem. Abschnitt G.11.4 erfüllt werden.

## G.11.4 Bestimmung der Auslegungskonzentration des Löschmittels

Die Auslegungskonzentration ist die mit einem geeigneten Sicherheitsfaktor multiplizierte labortechnische Löschkonzentration.

Die labortechnische Löschkonzentration ist die Konzentration, bei der in drei aufeinander folgenden Versuchen der Brand zufrieden stellend gelöscht wird. Es dürfen 60 s nach Flutungsende keine Flammen vorhanden sein und es darf 10 min nach Flutungsende keine Rückzündung stattfinden.

Die Auslegungskonzentration ist die höchste der für die drei Kunststoffe (siehe G.11.2.1 ) ermittelten labortechnischen Löschkonzentration. Für eine erfolgreiche Löschung sind die folgenden Kriterien zu erfüllen:

a) Höchstens 60 s nach Flutungsende nur Flammen an den Oberkanten der beiden inneren Polymerplatten,
b) höchstens 180 s nach Flutungsende keine sichtbaren Flammen und
c) in belüfteten Prüfräumen 10 min nach Flutungsende keine Rückzündung.

Alternativ dürfen drei erfolgreiche, nicht aufeinander folgende Versuche für jeden Brandstoff unter der Voraussetzung angewendet werden, dass die höchste Konzentration für jeden Brandstoff verwendet wird.

ENTWURF

### G.11.5 Aufzeichnung von Daten

Zusätzlich zu den aufgeführten Punkten unter G.7 muss Folgendes aufgezeichnet werden:

Die Zeit, um ein „Niederschlagen“ der Flammen zu erreichen, d. h. die Zeit, nach der es nur noch Flammen an den oberen Rändern der beiden inneren Platten gibt, in Sekunden; diese Zeit ist durch Beobachtung oder andere geeignete Mittel zu bestimmen.

### G.11.6 Dokumentation

Zusätzlich zu den Informationen gemäß G.11.5, G.11.4 und G.8 muss der Bericht für jede Versuchsreihe mindestens die im Folgenden genannten Informationen beinhalten.

[1] Beschreibung des Prüfraums, vorzugsweise schematisch, einschließlich
  a) Position des Brandobjektes innerhalb des Prüfraums

[2] Beschreibung der Zündquelle, einschließlich
  a) Material und Abmessung
    a. der Wanne
    b. des Rack,
    c. der Prallbleche
  b) Heptan Spezifikationen nachgewiesen per Zertifikat oder Test
  c) Wasser- und Heptanmenge innerhalb der Wanne
  d) Dimensionierung der Kunststoffplatten, Beschreibung gemäß Tabelle G.2 und Nachweis der zutreffenden Daten aus Tabelle G.2
  e) Gewicht des Brandobjekts mit und ohne Kunststoffplatten

[3] Beschreibung der Versuchmethode einschließlich Details zur Versuchsdurchführung
  a) Platzierung und Ausrichtung bezüglich der Wanne während der Vorbrennzeit
  b) Dauer der Vorbrennzeit der Heptan-Wanne
  c) Dauer der Vorbrennzeit des Brandobjektes
  d) Sauerstoffkonzentration zu Beginn der Flutung
  e) Einwirkzeit
  f) Untersuchungen auf Anzeichen einer Rückzündung nach Ende der Einwirkzeit
    iii. Anzahl und Lage von Glutnestern
    iv. Wiederentzündung von Glutnestern
  g) Gewicht des Brandobjekts mit Kunststoffplatten nach dem Versuch

ENTWURF

# Anhang H Bauliche Abtrennung der Umfassung

| | Schutzziel | Schutzbereich | Anforderung | Maßnahmen |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Gebäude oder Gebäudeteile und deren Inhalt sollen vor Bränden im Inneren und vor Bränden von außen geschützt werden | Gesamtes Gebäude oder Gebäudeteil, ausgenommen zulässiger Ausnahmen (siehe Erklärung H.2) | Umfassungsbauteile müssen dicht [2)] sein und den Schutz vor Bränden in der Nachbarschaft sicherstellen | Bauliche oder räumliche Abtrennung des Schutzbereiches [1)] |
| 2. | Der Inhalt eines Raums soll vor Bränden im Inneren und vor Bränden von außen geschützt werden | Raum | Umfassungsbauteile (Wände, Boden und Decke, ggf. Dach) müssen dicht [2)] sein und den Schutz vor Bränden in der Nachbarschaft sicherstellen | Abtrennung mit feuerbeständigen Bauteilen, soweit Nachbarräume nicht durch andere anerkannte automatische Feuerlöschanlagen geschützt sind |
| 3. | Der Inhalt eines Raumes soll vor Bränden im Inneren geschützt werden | Raum | Umfassungsbauteile (Wände, Boden und Decke, ggf. Dach) müssen dicht [2)] sein | Abtrennung mit feuerhemmenden Bauteilen oder Bauteilen aus nichtbrennbaren Baustoffen [2)] |
| 4. | Eine umschlossene Einrichtung soll vor Bränden im Inneren geschützt werden | Umschlossene Einrichtung | Umfassungsbauteile (Wände, Boden und Decke) müssen dicht [2)] sein | Abtrennung mit feuerhemmenden Bauteilen oder Bauteilen aus nichtbrennbaren Baustoffen [2)] |

[1)] Die Abtrennung muss gemäß „Brandwände und Komplextrennwände – Merkblatt für die Anordnung und Ausführung“, VdS 2234, ausgeführt werden.

[2)] siehe Abschnitt 5.2

Der erforderliche Raumabschluss muss immer bis zum Ende der geforderten Haltezeit sichergestellt sein, d. h. neben den brandschutztechnischen Anforderungen muss die ausreichende Dichtheit der Umfassungsbauteile entsprechend den möglichen (z. B. thermischen) Belastungen bis zum Ende der Haltezeit erhalten bleiben. Dabei ist auch die Brandentwicklung bis zum Einsetzen der Löschwirkung zu berücksichtigen. Übliche Raumundichtigkeiten, wie Fenster- und Türritzen, sind zulässig.

ENTWURF

**Tabelle H.1:** Schutzziel einer Gaslöschanlage und Anforderung an die Abtrennung

## H.1 Beispiel

Der Inhalt (materieller Wert) eines Raums darf nicht völlig vernichtet werden.

| Gefährdung von innen | Gefährdung von außen |
|---|---|
| Ausbruch des Feuers im Inneren | Ausbruch des Feuers außerhalb |

**Schutz gegen Gefährdung von innen:**

Durch eine Gaslöschanlage in Kombination mit der Dichtheit eines Raums ist das Schutzziel erreicht.

**Schutz gegen Gefährdung von außen:**

Die vorgenannten Maßnahmen können alleine das Erreichen des Schutzziels nicht sicherstellen; bauliche Maßnahmen sind notwendig und müssen risikoabhängig beurteilt werden.

Die in der Tabelle H. aufgeführten Mindestanforderungen und Maßnahmen sind in jedem Fall einzuhalten. Weitere Anforderungen und Maßnahmen sind der Art des Risikos anzupassen.

## H.2 Zulässige Ausnahmen beim Schutzziel 1

- Räume, die durch eine andere anerkannte automatische Löschanlage geschützt sind.
- Nassräume mit einer feuerbeständigen Abtrennung, jedoch nur nach Absprache mit der Technischen Prüfstelle von VdS.
- Wasch- und Toilettenräume, die aus nichtbrennbaren Baustoffen erstellt sind, und in denen keine brennbaren Materialien aufbewahrt werden. Diese Ausnahme gilt nicht für Umkleideräume.
- Büroräume und Wohnungen bis zu einer Gesamtfläche von 150 $m^2$ mit einer Abtrennung, deren Feuerwiderstandsdauer entsprechend den nationalen Normen mindestens 90 min beträgt.
- Feuerbeständig abgetrennte Treppenräume (mind. F90-AB), in denen kein brennbares Material vorhanden ist.
- Feuerbeständig abgetrennte Aufzugsschächte (mind. F90-AB).

## H.3 Hinweise zur Auswahl des Schutzziels und zu Umfassungen

Werden Feuerlöschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen als baurechtlich geforderte Löschanlagen genutzt eignen sich dazu ausschließlich Löschanlagen mit dem Schutzziel 1 oder 2 gemäß Tabelle H..

Bei der Ausführung der Umfassungen sind folgende Hinweise zu beachten:

- Schutzziel 1: Als bauliche Trennung gelten Umfassungsbauteile wie Gebäudetrennwände oder Gebäudeaußenwände. Die Ausführung der Wände muss als Brandwände gemäß VdS 2234 „Brandwände und Komplextrennwände – Merkblatt für die Anordnung und Ausführung“ erfolgen. Eine räumliche Trennung anstatt der baulichen Trennung kann durch die Einhaltung von Mindestabständen zwischen zwei Gebäuden (mind. 5 m bei Abständen zu anderen Gebäuden oder zu Lägern mit nichtbrennbaren Stoffen, sonst 20 m) erreicht werden. Öffnungen in Brandwänden sind mit feuerbeständigen Abschlüssen zu verschließen.
- Schutzziel 2: Als feuerbeständige Umfassungsbauteile des Raums gelten Boden, Wände und Decke (ggf. Dach) einschließlich ggf. darin vorhandener Bauteile zum Verschluss von Öffnungen wie z. B. Türen, Schottungen oder Fenster. Im Hinblick auf die Brennbarkeit der Baustoffe werden bei den Umfassungsbauteilen keine Anforderungen gestellt. Die Klassifizierung des Feuerwiderstandes erfolgt gemäß Anhang M.
- Schutzziel 3: Als feuerhemmende oder nichtbrennbare Umfassungsbauteile des Raums gelten Boden, Wände und Decke (ggf. Dach) einschließlich ggf. vorhandene Bauteile zum Verschluss von Öffnungen wie z. B. Türen, Schottungen oder Fenster. Im Hinblick auf die Brennbarkeit der Baustoffe werden bei feuerhemmenden Umfassungsbauteilen keine Anforderungen gestellt. Die Klassifizierung des Feuerwiderstandes und der Brennbarkeit erfolgt gemäß Anhang M. Bei der Ausführung ist die gleichzeitige Verwendung feuerhemmender Bauteile mit nichtbrennbaren Bauteilen in einem Schutzbereich als Umfassungsbauteile möglich (z. B. Wände feuerhemmend, Türe ohne Feuerwiderstand jedoch nichtbrennbar als Stahltüre).

ENTWURF

- Schutzziel 4: Als feuerhemmende oder nichtbrennbare Umfassungsbauteile der Einrichtung gilt die gesamte Umhausung einschließlich ggf. vorhandener Bauteile zum Verschluss von Öffnungen wie z. B. Türen, Klappen, Revisionsöffnungen oder Verglasungen. Im Hinblick auf die Brennbarkeit der Baustoffe werden bei feuerhemmenden Umfassungsbauteilen keine Anforderungen gestellt. Die Klassifizierung des Feuerwiderstandes und der Brennbarkeit erfolgt gemäß Anhang M. Bei der Ausführung ist die gleichzeitige Verwendung feuerhemmender Bauteile mit nichtbrennbaren Bauteilen in einem Schutzbereich als Umfassungsbauteile möglich (z. B. Umhausung feuerhemmend, Verglasung ohne Feuerwiderstand jedoch nichtbrennbar).

Öffnungen in den Umfassungsbauteilen sind dauernd geschlossen zu halten. Öffenbare Bauteile in den Umfassungsbauteilen sind mit einem geeigneten Selbstschließmechanismus auszustatten. Sollen z. B. Türen oder Tore aus betrieblichen Gründen offen gehalten werden sind diese Bauteile mit Feststellanlagen auszustatten. Die Feststellanlagen müssen über einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis verfügen.

ENTWURF

# Anhang I Hydraulische Rohrnetzberechnung

## I.1 Allgemeines

Das folgende Berechnungsverfahren eignet sich für halogenierte Kohlenwasserstoffe, die druckverflüssigt und mit einem Stickstoff-Druckpolster bevorratet werden. Die Gleichungen gelten für turbulente Strömung in den Rohrleitungen.

## I.2 Druckabfall längs der Rohrleitungen

Der Druckabfall des strömenden Gemisches längs eines Rohrs der Länge L von Punkt 1 nach Punkt 2 über eine Höhendifferenz z, wird wie folgt berechnet.:

$$\Delta p = \Phi_{\mathrm{L}}^2 \times \Delta p_L + \rho_H \times g \times z \qquad \text{(I-1)}$$

wobei:

$$\Delta p_L = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{\rho_L}{2} w^2 \qquad \text{(I-2)}$$

$$\Delta p_G = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{\rho_G}{2} w^2 \qquad \text{(I-3)}$$

$$\Phi_{\mathrm{L}}^2 = 1 + (\Gamma^2 - 1) \times \left( B \times (x_L x_G)^{\frac{2-n}{2}} + x_G^{2-n} \right) \qquad \text{(I-4)}$$

$$\Gamma^2 = \frac{\Delta p_G}{\Delta p_L} \qquad \text{(I-5)}$$

$$B = \frac{20 \times \Gamma + 2\left(1 - 2^{1-n}\right)}{\Gamma^2 - 1} \qquad \text{(I-6)}$$

$n = 0{,}25$

$\lambda$ … Rohrreibungsbeiwert der Einphasenströmung (Empfehlung für raue Rohre: Colebrook Gleichung)

$$\lambda_{neu} = \left( 2 \log_{10} \left( \frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda_{alt}}} + \frac{k}{3{,}71d} \right) \right)^{-2} \qquad \text{(I-7)}$$

*Anmerkung: Der Rohrreibungsbeiwert $\lambda$ bezieht sich auf die einphasige Rohrströmung und kann entweder aus rohrspezifischen Informationen entnommen oder mit einfachen Druckverlustmessungen mit Wasser experimentell bestimmt werden.*

## I.3 Lokaler Phasenübergang

Der halogenierte Kohlenwasserstoff wird in der flüssigen Phase in Vorratsbehältern gelagert, die mit einem Stickstoff-Druckpolster versehen sind. Während das Gas durch die Rohrleitungen strömt, findet infolge der Rohrreibung ein Druckabfall statt. Dies hat folgende Auswirkungen:

- Das Löschmittel verdunstet, solange der lokale Druck größer ist als der Dampfdruck des Löschmittels.
- Das Löschmittel verdampft, sobald der lokale Druck den Dampfdruck des Löschmittels erreicht.
- Zusätzlich wird der im halogenierten Kohlenwasserstoff gelöste Stickstoff gasförmig.

ENTWURF

In beiden Fällen strömt ein zweiphasiges Gas-/Flüssigkeitsgemisch durch die Rohrleitungen. Die gasförmige Phase besteht aus gasförmigem halogenierten Kohlenwasserstoff und Stickstoff (Gemisch mit 2 Phasen und 3 Komponenten).

Die Stickstofffraktion in der flüssigen und gasförmigen Phase kann aus dem Partialdruck und der lokalen Temperatur nach dem Henryschen Gesetz berechnet werden. Die Konstante für die Stickstofflöslichkeit in dem halogenierten Kohlenwasserstoff im Henryschen Gesetz muss durch Messungen ermittelt werden.

## I.4 Arbeitsdruck im Behälter

Bei der *Auslegung* von Feuerlöschanlagen muss der Druckabfall im Rohrleitungssystem sowie der damit gekoppelte Düsenvordruck an einen Startwert gebunden werden, dem Druck im Vorratsbehälter. Obwohl während des Entspannungsvorganges der Druck im Rohrleitungssystem sinkt, ist die Wahl eines solchen Bezugsdruckes, des so genannten Arbeitsdruckes, dennoch infolge des Phänomens der kritischen Strömung zulässig: Der Massenaustrag während der flüssigen Ausströmphase ist nahezu unabhängig vom Behälterdruck. Gleichzeitig bleibt der Düsenvordruck während dieser entscheidenden Ausströmphase nahezu konstant.

Infolgedessen ist es zulässig, den so genannten Arbeitsdruck im Behälter zu wählen, d. h. denjenigen Druck, der vorherrscht, wenn die Hälfte der Löschmittelmenge durch die Düsen ausgeströmt ist.

*Anmerkung: Der Arbeitsdruck hängt außerdem von dem Füllfaktor des Behälters ab.*

Ausgehend von diesem Arbeitsdruck und der vorgegebenen Wunsch-Druckabfälle und -Strömungsgeschwindigkeiten werden die Durchmesser der Rohre und Düsen ermittelt sowie die Flutungszeiten berechnet.

Die Temperatur im Behälter am Arbeitspunkt wird als Funktion des Arbeitsdrucks durch Messungen ermittelt:

## I.5 Allgemeiner Düsendruckabfall-Ansatz

Die Düsen für das Ausbringen des halogenierten Kohlenwasserstoffes in den Flutungsbereich werden verschiedenartig konstruiert und eingesetzt. Im folgenden ein Berechnungsverfahren, das alle Düsenkonstruktionen abdecken und erfassen kann.

Beim Einströmen des Zweiphasengemisches in die Düse wird angenommen, dass sich die Strömung homogenisiert und dass kein Geschwindigkeitsschlupf zwischen den Phasen $k$ vorliegt. Folglich kann mit den homogenen Größen (Index $H$) gerechnet werden:

Dichte

$$\rho_H = \left(\sum_k \frac{x_k}{\rho_k}\right)^{-1} = \left(\frac{x_G}{\rho_G} + \frac{x_L}{\rho_L}\right)^{-1}$$

Viskosität

$$\mu_H = \sum_k x_k \mu_k = x_G \mu_g + x_L \mu_L$$

Geschwindigkeit

$$w_H = \frac{\dot{m}_{tot}}{A \times \rho_H}$$

ENTWURF

| | |
|---|---|
| Gesamtfläche der Düsenöffnungen | $A = n_B \times \frac{\pi}{4} D_B^2$ |
| Durchmesser der einzelnen Düsenöffnung | $D_B$ |
| Anzahl der Düsenöffnungen | $n_B$ |
| Durchmesser des Zuleitungsrohrs zur Düse | $D_R$ |
| Gesamt-Massenstrom | $\dot{m}_{tot}$ |
| Reynoldszahl | $Re_H = \frac{w_H \times \rho_H \times D_B}{\mu_H}$ |
| Massenanteil der Phase $k$, es gilt $\sum x_k = 1$ | $x_k$ |
| Volumenanteil der Plase $k$ | $\varepsilon_k = x_k \times \frac{\rho_H}{\rho_k}$ |

Der Druckabfall an der Düse lässt sich durch folgenden Term beschreiben:

$$\Delta p_{nozzle} = \boldsymbol{k_1} \times Re_H^{\boldsymbol{k_2}} \times n_B^{\boldsymbol{k_3}} \times \left(\frac{D_R}{D_B}\right)^{\boldsymbol{k_4}} \times w_H^{2+\boldsymbol{k_5} \times \varepsilon_L \varepsilon_G} \times \rho_H^{1+\boldsymbol{k_6} \times \varepsilon_L \varepsilon_G} \quad \text{(I-8)}$$

Ein Düsentyp wird somit durch einen Satz von sechs Koeffizienten $k_{1\ldots6}$ beschrieben.

ENTWURF

**Verwendete Symbole**

| | | |
|---|---|---|
| $A$ | Fläche | $m^2$ |
| $c_p$ | Isobare spezifische Wärmekapazität | $\frac{J}{kg\,K}$ |
| $D$ | Durchmesser | m |
| $g$ | Fallbeschleunigung | $m/s^2$ |
| $\dot{m}$ | Massenstrom | kg/s |
| $p$ | Druck | Pa |
| $T$ | Temperatur | K |
| $w$ | Strömungsgeschwindigkeit | m/s |
| $L$ | Länge | m |
| $z$ | Höhendifferenz | - |
| $\lambda$ | Rohrreibungszahl | - |
| $\mu$ | Viskosität | - |
| $x$ | Massenanteil | |
| $\varepsilon$ | Volumenanteil | |
| $\rho$ | Dichte | $kg/m^3$ |
| $\Phi$ | Zweiphasenmultiplikator | |

**Verwendete Indizes**

| | |
|---|---|
| B | Bohrung |
| G | Gas/Dampf |
| H | Homogen |
| k | Phase k, k = G/L/H |
| L | Flüssigkeit |
| R | Rohr |

ENTWURF

# Anhang J Druckentlastungsöffnungen für die Umfassung von Flutungsbereichen

## J.1 Gleichung für die Berechnung von Druckentlastungsöffnungen

Die erforderliche Größe einer Druckentlastungsöffnung kann noch folgender Formel berechnet werden, unter der Voraussetzung, dass die Druckentlastung direkt, nicht über einen Kanal, ins Freie geführt wird.

$$A = \frac{\dot{m}_{gas}}{\rho_{gas}} \sqrt{\frac{\zeta}{2} \frac{\rho_{Luft}}{\Delta p}} \times K_G \quad \text{mit} \quad K_G = \sqrt{1 + \varepsilon_{gas} \left( \frac{\rho_{gas}}{\rho_{Luft}} - 1 \right)} \tag{J-1}$$

$K_G$ ist auf 2 Nachkommastellen zu runden.

*Hinweis: Diese Berechnung ist identisch mit der Berechnung gemäß der vorherigen Ausgabe dieser Richtlinie, siehe auch Anschnitt J.2 Herleitung.*

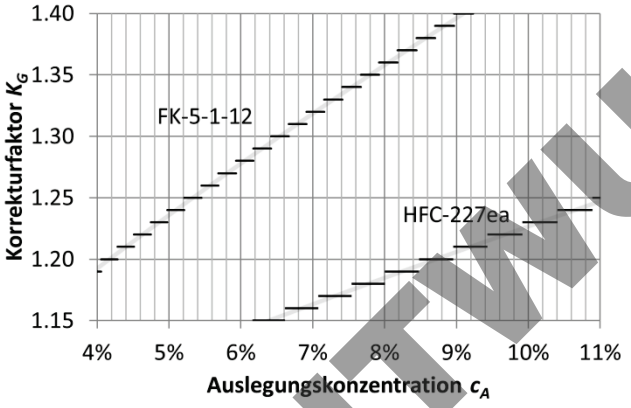



**Abbildung J-1:** Korrekturfaktor $K_G$

*Anmerkung: Diese Gleichung gilt für die Berechnung von Entlastungsöffnungen für Überdrücke.*

## J.2 Herleitung

**Annahme:** Der Volumenstrom des Löschgases in den Flutungsbereich hinein

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}_{gas}}{\rho_{gas}} \tag{J-2}$$

ist gleich dem Volumenstrom des Luft-Löschgasgemisches aus dem Flutungsbereich hinaus, durch die Druckentlastungsöffnung:

$$\dot{V} = A \times w \tag{J-3}$$

Das Gleichsetzen der beiden Volumenströme ergibt

$$\frac{\dot{m}_{gas}}{\rho_{gas}} = A \times w \tag{J-4}$$

ENTWURF

$A$ ist die gesuchte Öffnungsfläche der Druckentlastungseinrichtung:

$$A = \frac{\dot{m}_{gas}}{\rho_{gas} \times w} \tag{J-5}$$

Für die Strömungsgeschwindigkeit $w$ wird der Druckabfall über die Druckentlastungsöffnung nach Bernoulli angesetzt:

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho}{2} w^2 \tag{J-6}$$

Bzw.

$$w = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\zeta \times \rho}} \tag{J-7}$$

Die dabei anzunehmende Dichte $\rho$ ist die Dichte eines Luft-Löschgas-Gemisches. Hierfür wird die Zusammensetzung der Raumatmosphäre gemäß Auslegungskonzentration $c_A$ angesetzt:

$$\rho = (1 - c_A) \times \rho_{Luft} + c_A \times \rho_{gas} \tag{J-8}$$

Dies ist im wesentlichen die Dichte von Luft zuzüglich einer von $c_A$ abhängigen Korrektur:

$$\rho = \rho_{Luft} + c_A \times (\rho_{gas} - \rho_{Luft}) \tag{J-9}$$

Die Dichte von Luft bei 20°C und 1013 hPa beträgt $\rho_{Luft} = 1{,}204\ \frac{kg}{m^3}$

Der Widerstandskoeffizient $\zeta$ für Öffnungen hängt von der Geometrie der Öffnung und der Strömungsgeschwindigkeit des Mediums ab.

(J-7) in (J-5) eingesetzt:

$$A = \frac{\dot{m}_{gas}}{\rho_{gas}} \sqrt{\frac{\zeta}{2} \frac{\rho}{\Delta p}} \tag{J-10}$$

Diese Berechnung kann nun modifiziert werden, um pauschal mit der Dichte von Luft rechnen zu können, zuzüglich eines löschgasspezifischen Korrekturfaktors gemäß Abbildung J-1. Hierzu ist die Dichte gemäß Gleichung J-11 einzusetzen. Durch Umstellen und Ausklammern des Terms $K_G$ erhält man Beziehung J-1.

**Index der Symbole**

| | | |
|---|---|---|
| $A$ | Öffnungsfläche | $m^2$ |
| $\dot{m}$ | Massenstrom | kg/s |
| $\Delta p$ | zulässiger Raumüberdruck | Pa |
| $\dot{V}$ | Volumenstrom | $m^3/s$ |
| $w$ | Strömungsgeschwindigkeit | m/s |
| $\varepsilon$ | Volumenanteil | ≤ 1 |
| $\rho$ | Dichte | $kg/m^3$ |

ENTWURF

**Index der Indizes**

$Luft$ Luft

$gas$ Löschgas

Beispiel

Eine Raumschutzanlage schützt einen 300m³ großen EDV-Raum. Der Raum ist in Leichtbauweise konstruiert und kann einem maximalen Überdruck von 100 Pa ausgesetzt werden.

| $A = \frac{\dot{m}_{gas}}{\rho_{gas}} \sqrt{\frac{\zeta}{2} \frac{\rho_{Luft}}{\Delta p}} \times K_G$ | | FK-5-1-12 | HFC-227ea |
|---|---|---|---|
| Auslegungskonzentration $c_A$ | | 5,8% | 8,4% |
| Korrekturfaktor $K_G$ für diese Konzentration | | 1,27 | 1,19 |
| Löschgas-Dichte $\rho_{gas}$ bei 20°C und 1013 hPa | | $13{,}91 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | $7{,}28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ |
| Luft-Dichte $\rho_{Luft}$ bei 20°C und 1013 hPa | | $1{,}204 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ | |
| Maximaler Raum-Überdruck $\Delta p$ | | 100 Pa | |
| Maximaler Löschgas-Massenstrom $\dot{m}_{gas}$ | | $25{,}7 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ | $20{,}0 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ |
| Freie Öffnungsfläche $A$ | Für $\zeta = 2{,}5$ | $0{,}29\ \text{m}^2$ | $0{,}40\ \text{m}^2$ |
| | Für $\zeta = 10$ | $0{,}58\ \text{m}^2$ | $0{,}80\ \text{m}^2$ |

ENTWURF

# Anhang K Anforderungen an Druckentlastungseinrichtungen

## K.1 Grundsätzliche Anforderungen an Druckentlastungseinrichtungen

Zur Vermeidung von Schäden an Gebäuden und Einrichtungen durch zu hohe Druckdifferenzen bei Flutungen durch Gaslöschanlagen müssen Druckentlastungsöffnungen vorgesehen werden.

Im Folgenden wird immer auf Raumschutzanlagen Bezug genommen. Für Einrichtungsschutz ist die Notwendigkeit einer Druckentlastungseinrichtung für die Einrichtung und/oder den umgebenden Raum zu prüfen. Gegebenenfalls sind die Anforderungen analog anzuwenden.

Der Errichter der Löschanlage ist verantwortlich für die Dimensionierung der Druckentlastungseinrichtung. Der Errichter ist in die Planung der Druckentlastungseinrichtung mit einzubinden.

Für die Planung und den Einbau der Druckentlastungseinrichtung ist der Betreiber verantwortlich. Der Einbau hat durch eine Fachfirma zu erfolgen.

Der Errichter verwendet zur Dimensionierung der Druckentlastungseinrichtung den vom Betreiber verbindlich benannten maximal zulässigen Raumüberdruck für den Flutungsbereich der Gaslöschanlage.

Druckentlastungseinrichtungen müssen grundsätzlich folgende Anforderungen erfüllen:

- Jeder Raum innerhalb eines Flutungsbereiches, der baulich abgetrennt ist, muss über eine eigene Druckentlastungseinrichtung verfügen.
- Die Druckentlastungseinrichtung muss unter Berücksichtigung des zulässigen Überdrucks im Raum, des maximalen Massenstromes bei der Flutung des Löschgases und der Art der Druckentlastung (Widerstandsbeiwert der Öffnung, Druckabfall im Kanal) ausreichend dimensioniert sein. Im Verlauf der Druckentlastungseinrichtung montierte Bauteile müssen für die auftretenden Strömungsbelastungen geeignet sein.
- Die Druckentlastung soll direkt ins Freie führen. Zur Vermeidung von Personen- und Sachschäden dürfen die über die Druckentlastungseinrichtung abgeführten Brand- und Löschgase nicht zu einer Gefahr außerhalb des Flutungsbereiches führen.
- Im Rahmen des Gesamtkonzepts zur Löschanlage ist zu bewerten, ob dieser Bereich (ausserhalb des Flutungsbereiches) mit zum Gefährdungsbereich der Löschanlage gehört und daher in die Alarmierung einzubeziehen ist.
- Die Druckentlastungseinrichtung muss für den Zeitraum auftretender Raumüberdrücke geöffnet sein und nach erfolgter Druckentlastung automatisch schließen. Dies gilt auch bei einer verzögerten Auslösung durch Betätigung der Blockiereinrichtung.
- Die Einbauhöhe der Druckentlastungseinrichtung im Raum richtet sich nach der Dichte des Luft-Löschgas-Gemisches. Ist das Löschgas schwerer als Luft, so entsteht im unteren Raumbereich ein hydrostatischer Druck, der von dem Dichteverhältnis Luft-Löschgas zu Luft und von der Raumhöhe abhängt. Druckentlastungseinrichtungen, die durch Überdruck öffnen und sich im unteren Raumbereich befinden, können – insbesondere in Verbindung mit Raumundichtigkeiten im oberen Raumbereich – zu einem Abströmen des Löschgases nach der Flutung führen. Aus diesem Grunde muss der zum Öffnen erforderliche Druck höher liegen als der durch das Löschgas entstehende hydrostatische Druck in der Höhe der Druckentlastungsöffnung.
- Die Druckentlastungseinrichtung muss so eingebaut werden, dass sie nicht im unmittelbaren Strahlbereich von Düsen der Löschanlage liegt.

ENTWURF

- Die Druckentlastung darf nicht durch aktive Absaugeinrichtungen erfolgen.
- Die Nutzung vorhandener raumlufttechnischer Anlagen zur Druckentlastung ist nicht zulässig.

## K.2 Antriebsarten und Bauformen von Druckentlastungseinrichtungen

Die Druckentlastungseinrichtung sollte vorzugsweise fremdenergieunabhängig und selbsttätig öffnen und schließen.

### K.2.1 Von Fremdenergie unabhängige Druckentlastungseinrichtung

Erfolgt die Druckentlastung über eine Öffnung oder einen Kanal direkt ins Freie und sind keine brandschutztechnischen Anforderungen an die Umfassungsfläche zu beachten, die die Druckentlastungsöffnung enthält, so können z. B. Lamellenjalousien eingesetzt werden. Diese öffnen aufgrund des Eigengewichtes der Lamellen oder über Rückstellfedern bei einem bestimmten Überdruck im Raum automatisch, d. h. sie gehen in Schrägstellung. Nach Abbau der Druckdifferenz kehren diese automatisch in die Grundstellung zurück und verschließen die Öffnung.

### K.2.2 Von Fremdenergie abhängige Druckentlastungseinrichtungen

Fremdenergieabhängige Druckentlastungseinrichtungen müssen direkt von der Feuerlöschanlage selbst oder von derselben Anlage, welche die Feuerlöschanlage auslöst, angesteuert und mit Energie (vorzugsweise mit nichtelektrischer Energie) versorgt werden.

Abweichende Lösungen sind im Vorfeld mit VdS abzustimmen.

#### K.2.2.1 Pneumatische Ansteuerung

Es können Druckentlastungsklappen eingesetzt werden, die – z. B. über Druckzylinder – direkt von der Löschanlage gesteuert, d. h. geöffnet und geschlossen, werden.

Bei Erreichen eines System-Restdrucks von 1 bar muss die Druckentlastungseinrichtung schließen. Der Systemdruck sollte möglichst nahe am Löschmittelvorrat, bzw. vor der ersten Abzweigung entnommen werden.

*Hinweis: Bei Räumen mit sehr dichter Umfassungsfläche (z. B. IT-Sicherheitsräume) kann eine zusätzliche elektrische Steuerung notwendig sein, um die Druckentlastung ausreichend lange offen zu halten.*

#### K.2.2.2 Elektrische Ansteuerung

Werden Druckentlastungseinrichtungen mit elektrischer Ansteuerung eingesetzt, so sind die Richtlinien für die Ansteuerung von Löschanlagen, VdS 2496, zu beachten. Die Druckentlastungseinrichtung ist ein für die Feuerlöschanlage relevantes Bauteil, demnach ist die Ansteuerung und Energieversorgung unmittelbar über die elektrische Steuereinrichtung auszuführen.

Die Druckentlastungseinrichtung muss auch bei Ausfall der Energieversorgung für eine ausreichende Druckentlastung sorgen (stromlos offen), und geforderte Haltezeiten müssen eingehalten werden. Anforderungen an den Funktionserhalt für Stellmotoren und Leitungsanlagen können dann unberücksichtigt bleiben.

Die erforderliche Öffnungsdauer ist vom Errichter festzulegen.

ENTWURF

## K.3 Anforderungen an die bautechnische Beschaffenheit von Druckentlastungseinrichtungen

### K.3.1 Brandschutztechnische Anforderungen

Sind beim Einbau von Druckentlastungseinrichtungen Anforderungen hinsichtlich einer baulich vorgegebener Feuerwiderstandsdauer zu beachten, so müssen die Druckentlastungseinrichtungen entsprechend ausgelegt werden.

Die baurechtliche Zulassung einer Brandschutzklappe erlischt bei Modifikation, die für die Verwendung als Druckentlastungsklappe notwendig ist. Es sind zusätzliche bauliche Maßnahmen erforderlich (z. B. feuerbeständige Kanäle).

Bei speziellen brandschutztechnischen Anforderungen ist Rücksprache mit der zuständigen Bauaufsicht zu halten.

### K.3.2 Anforderungen an die bauliche Ausführung von Kanälen zur Druckentlastung

Erfolgt die Druckentlastung ins Freie über einen Kanal, so müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- Ist ein Kanal nicht vermeidbar, sollte über keinerlei Abgänge verfügen und unmittelbar ins Freie führen.
- Ein Kanal muss für die auftretenden Drücke und Gasströme geeignet sein.
- Der Kanal muss mindestens der Klasse B, DIN EN 13779 entsprechen.
- Ein Kanal muss, durch den Errichter des Druckentlastungskanals, als solcher gekennzeichnet sein, z. B. „ACHTUNG: Druckentlastungskanal Gaslöschanlage! Fremdanschlüsse sind unzulässig!“.
- Der Kanal muss so beschaffen sein, dass während der Druckentlastung eine Brandübertragung in andere Bereiche oder eine Beschädigung des Kanals, die zu dessen Versagen führt, auszuschließen ist. Müssen entweder das Umfassungsbauteil oder ein anderes Bauteil, durch das der Kanal zur Druckentlastung bis ins Freie geführt wird, aufgrund von Schutzzielanforderungen oder z. B. baurechtlicher Anforderungen einen bestimmten Feuerwiderstand erfüllen, so ist der gesamte Kanal in mindestens dem höchsten geforderten Feuerwiderstand bis zur Öffnung ins Freie auszuführen.

ENTWURF

## K.4 Berechnungsverfahren für Druckentlastungseinrichtungen

### K.4.1 Druckentlastung direkt ins Freie

Wird die Druckentlastungseinrichtung durch eine Öffnung in der Umfassung des Flutungsbereiches realisiert, die direkt ins Freie führt, so kann die erforderliche Größe der Öffnung mit Hilfe der Formel im Anhang J.1 dieser Richtlinien berechnet werden.

### K.4.2 Druckentlastung über Kanäle

Der Druckabfall des Kanals ist zu berechnen.

Die auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten und die Höhendifferenz sind zu beachten.

## K.4.3 Druckentlastung über Sekundärräume

### K.4.3.1 Symbole

$Q_V$ Vorratsmenge

$\rho_{LG}$ Löschgasdichte

$p_{Ü,1}$ maximaler Raumüberdruck im Flutungsbereich gegenüber der Umgebung

$p_{Ü,2}$ maximaler Raumüberdruck im Sekundärraum gegenüber der Umgebung

$V_{LB}$ Volumen des Löschbereichs

$V_2$ Volumen des Sekundärraums

$V_R$ Gesamtvolumen, $V_R = V_{LB} + V_2$

### K.4.3.2 Anforderungen

Für den Fall, dass die Druckentlastung nur in einen anderen Raum („Sekundärraum“) erfolgen kann, so sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Der Sekundärraum benötigt eine Druckentlastung ins Freie, falls die Summe der Volumina von Löschbereich und Sekundärraum einen Wert von $V_R$ *nicht* übersteigt.

$$V_R = \frac{Q_V}{\rho_{LG}} \times \frac{101325\ \text{Pa}}{p_{Ü,2}} \qquad \text{(K-1)}$$

  Eine mögliche Temperaturabsenkung infolge der Flutung wird nicht berücksichtigt.

- Auf die gleiche Weise kann eine Obergrenze angegeben werden für den höchsten anzunehmenden Überdruck, nach Flutung der Vorratsmenge in den Löschbereich, unter Abströmen in den Sekundärraum, falls der Sekundärraum gasdicht ist, also nicht über eine Druckentlastung verfügt:

$$p_{Ü,2} = 101325\ \text{Pa} \times \frac{Q_V}{\rho_{LG} \times V_R} \qquad \text{(K-2)}$$

- Es ist zu berücksichtigen, dass Brandmelder im Sekundärraum bei einer Flutung des Löschbereichs fehlauslösen können. Im Falle einer planmäßigen Deaktivierung der Brandmelder im Sekundärraum bei einer Flutung des Löschbereichs sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um eine mögliche Brandübertragung aus dem Löschbereich zu verhindern oder zu erkennen.
- Der sich einstellende Überdruck des Löschbereichs darf höchstens den maximal zulässigen Überdruck erreichen. Der sich einstellende Überdruck des Löschbereichs gegenüber
  - *dem Sekundärraum* ist gleich dem Druckabfall über die Druckentlastung in den Sekundärraum.
  - *der Umgebung* bzw. gegenüber weiteren Nachbarräumen ist die Summe der Druckabfälle der Druckentlastungen Löschbereich-Sekundärraum und Sekundärraum-Umgebung. (Siehe Abbildung K-1)

ENTWURF

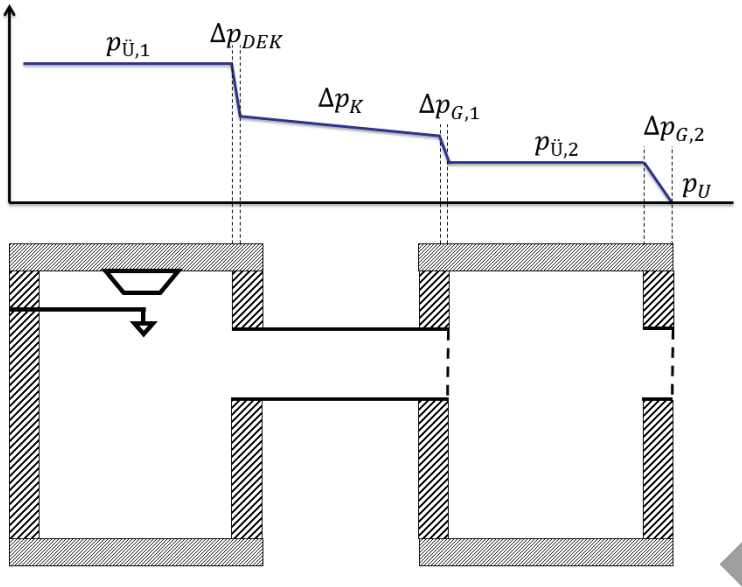



**Abbildung K-1:** Beispiel – Druckabfall zwischen Flutungsbereich, Sekundärraum und Umgebung

$$p_{Ü,1} = \Delta p_{DEK} + \Delta p_K + \Delta p_{G,1} + \Delta p_{G,2} \quad \text{(K-3)}$$

- Der Sekundärraum ist in den zu alarmierenden und zu evakuierenden Bereich mit einzuschließen, sofern sich dort Personen und/oder brennbare Stoffe befinden können:
  - Im Sekundärraum können unter ungünstigen Umständen die gleichen eventuell personenschutzrelevanten Löschgas- und Sauerstoffkonzentrationen erreicht werden, wie im Löschbereich:

$$c = 100\% \times \left(1 - \left(1 + \frac{Q_V}{\rho_{LG} \times V_R}\right)^{-1}\right)$$

  - Im Sekundärraum kann es zur Ausbreitung von Brandprodukten und Zersetzungsprodukten des Löschgases sowie zur Brandübertragung kommen.
- Die Druckentlastung des Sekundärraums muss nicht notwendigerweise automatisch schließen.

ENTWURF

# Anhang L Door-Fan-Prüfmethode zur Bestimmung der Haltezeit

## L.1 Anwendungsbereich

Im Folgenden wird die Bestimmung der Dichtheit von Räumen und umschlossenen Bereichen im Hinblick auf die Aufrechterhaltung der Löschgas-Konzentration für die erforderliche Dauer (Haltezeit) beschrieben, sowie Einzelheiten zur Versuchsdurchführung und -auswertung angegeben.

Die Prüfmethode ist zur Ermittlung, welche Löschgas-Konzentrationen in benachbarten Bereichen (z. B. durch Löschmittelverschleppung) auftreten können, ungeeignet.

Die Prüfmethode ist nur unter folgenden Voraussetzungen anwendbar:

a) Ein geeigneter Rückströmpfad ist vorhanden (siehe: L.2.4, L.2.7.1 ).
b) Die Door-Fan-Prüfeinrichtung kann einen Raumdruck von 25 Pa aufbauen (dies ist eine Funktion der Raumgröße, der Raumdichtheit sowie der Anzahl und Leistungsfähigkeit der Ventilatoren – siehe: L.2.2, L.2.7.4 ).

Die verwendeten Berechnungsverfahren basieren darauf, dass das Löschgas schwerer ist als Luft. Für Löschgase mit einer geringeren Dichte als Luft müssen die Berechnungsverfahren und Bewertungskriterien angepasst werden. Das Modell zur Berechnung der Haltezeit für Räume ohne kontinuierliche Durchmischung setzt einen Standard-Raum voraus, d. h. einen Raum mit einheitlicher horizontaler Schnittsfläche sowie ebenem oberen und unteren Raumabschluss. Die Anwendbarkeit des Modells für andere Raumgeometrien muss im Einzelfall geprüft werden (Rücksprache mit VdS).

## L.2 Prüfverfahren zur Bestimmung der Haltezeit

### L.2.1 Prinzip

Ein Gebläse (Ventilator) wird in einer Zugangsöffnung angeordnet, um in dem zu prüfenden Raum (im Folgenden Prüfraum genannt) eine Druckerhöhung bzw. eine Druckverringerung zu bewirken. Es werden mehrere Messungen des Differenzdruckes und des Luftdurchsatzes durchgeführt, aus denen die Leckage-Eigenschaften des umfassten Raumes ermittelt werden können.

Aus diesen Leckage-Eigenschaften wird die theoretische Haltezeit unter folgenden Annahmen ermittelt:

a) Die Leckage tritt unter ungünstigsten Bedingungen auf, d. h., die Hälfte der effektiven Leckagefläche befindet sich auf maximaler Höhe im Prüfraum, so dass dort Luft einströmt, und die andere Hälfte (untere Leckagefläche) befindet sich am niedrigsten Punkt im Prüfraum, so dass dort das Löschgas/Luft-Gemisch abströmt.
b) Der gesamte Leckagestrom ist eindimensional, d. h. Strömungsfunktionen werden vernachlässigt.
c) Die Strömung verläuft durch jede Leckagefläche entweder aus einem unendlich großen Raum in den Prüfraum hinein oder aus dem Prüfraum in einen unendlich großen Raum hinaus.
d) In dem Prüfraum beträgt die Temperatur 20 °C und der atmosphärische Druck 1,013 bar.

ENTWURF

## L.2.2 Prüfeinrichtung

**Gebläseeinheit** bestehend aus einem oder mehreren drehzahlregelbaren Gebläsen mit der Möglichkeit, geringe Volumenströme zu fördern, die im Prüfraum einen Differenzdruck von mindestens 25 Pa erzeugen können und einem Rahmen, der in die Zugangsöffnung zum Prüfraum eingebaut und abgedichtet werden kann.

**Zwei Druckmesseinrichtungen**, eine zur Messung des Differenzdruckes im Prüfraum und eine zur Messung des statischen Differenzdruckes am Gebläse.

**Flexible Verbindungen** zum Anschluss der Druckmesseinrichtungen.

**Chemische Rauchindikatoren und/oder Raucherzeuger.**

**Zwei Thermometer** zur Messung der Umgebungstemperatur.

**Schilder** mit der Aufschrift „NICHT ÖFFNEN – DRUCKVERSUCH“ und „NICHT SCHLIESSEN – DRUCKVERSUCH“

*Anmerkung: Weitere Geräte können notwendig oder nützlich sein, z. B. Maßbänder, Lampen, Leitern, Werkzeuge zur Entnahme von Boden- und Deckenplatten, Computer oder andere Rechengeräte, Kamera.*

## L.2.3 Kalibrierung und Genauigkeit der Geräte

### L.2.3.1 Gebläseeinheit

Die Gebläseeinheit ist entsprechend dem vom Hersteller empfohlenen Verfahren in den empfohlenen Abständen zu kalibrieren. Aufzeichnungen und, falls vorhanden, Kalibrierbescheinigungen sind aufzubewahren. Der Volumenstrom muss eine Genauigkeit von +/- 5 % des Messwertes aufweisen.

### L.2.3.2 Druckmesseinrichtungen

Die Druckmesseinrichtungen müssen eine Genauigkeit von +/- 1 Pa haben und müssen in regelmäßigen Zeitabständen kalibriert werden. Aufzeichnungen und, falls erforderlich, Kalibrierbescheinigungen sind aufzubewahren. Die Genauigkeit der Druckmesseinrichtung zur Messung des statischen Differenzdruckes am Gebläse darf hiervon abweichen, sofern die Anforderungen an die Genauigkeit des Volumenstromes (siehe L.2.3.1 ) erfüllt ist.

Die Druckmesseinrichtung für den Atmosphärendruck muss eine Genauigkeit von +/- 100 Pa haben.

Bei Anwendung von Schrägrohrmanometern muss die Flüssigkeit in den vom Hersteller empfohlenen Abständen ausgetauscht werden. Die Manometer sind vor jeder Prüfung zu nivellieren und der Nullpunkt einzustellen.

### L.2.3.3 A10.2.3.Temperaturmesseinrichtungen

Temperaturmesseinrichtungen müssen eine Genauigkeit von +/- 1 °C haben.

## L.2.4 Vorbereitung

Vom Betreiber ist eine Beschreibung der Lüftungsanlage und der Anlage zur Löschmittelabsaugung für den Prüfraum und dessen Umgebung anzufordern.

ENTWURF

Zu überprüfen sind:

a) Vorhandensein von Zwischenböden und -decken,
b) visuell erkennbare Leckageöffnungen im Prüfraum,
c) ausreichend bemessene Strömungsquerschnitte außerhalb des Prüfraumes zwischen den Leckageöffnungen und der Gebläseeinheit (Rückströmpfad),
d) störende Aktivitäten im Prüfraum und in benachbarten Räumlichkeiten und
e) die Tür, oder andere Öffnungen, die für den Einbau der Gebläseeinheit gewählt wurde, hinsichtlich visuell erkennbarer Leckageöffnungen im Haltezeitzustand.

Dem Betreiber sind vorab folgende Angaben zur Verfügung zu stellen:

a) Beschreibung der Prüfung,
b) Abschätzung des Zeitaufwandes zur vollständigen Durchführung der Prüfung,
c) Hilfestellungen, die vom Betreiber benötigt werden und
d) Informationen über alle unumgänglichen Beeinträchtigungen im Gebäude oder seiner Versorgungseinrichtungen während der Prüfung; z. B. die Entnahme von Boden- oder Deckenplatten, Abschaltung von Lüftungsanlagen oder sonstiger Betriebsmittel, das Offen- oder Geschlossenhalten von Türen.

## L.2.5 Bewertung des Prüfraumes

### L.2.5.1 Allgemein

Es muss eine Skizze vorliegen oder erstellt werden, aus der folgende Angaben hervorgehen:

a) Größe und Geometrie des Prüfraums sowie der Umgebung,
b) Größe und Lage von Türen und anderen Öffnungen, durch die während der Prüfung Luft strömt,
c) Größe und Lage aller Kanäle, die in den Prüfraum führen,
d) Lage und Funktion aller in Kanälen eingebauter Klappen,
e) Betriebszustand aller Türen, Luken, Klappen oder anderer wichtiger Einrichtungen (z. B. Ventilatoren) während der Haltezeit, d. h. offen, geschlossen, an- oder ausgeschaltet,
f) Größe und Lage der Zugangsöffnung(en), welche für den Einbau der Gebläse-einheit(en) vorgesehen sind und
g) Größe und Lage von Abflüssen und Bodeneinläufen.

### L.2.5.2 Durchmischung während der Haltezeit

Prüfräume mit kontinuierlicher Durchmischung sind Räume, in denen sich (z. B. aufgrund von Umluft-Lüftungsanlagen) keine absinkende Grenzschicht ausbilden kann und während der Haltezeit im gesamten Prüfraum eine einheitliche Löschgas-Konzentration aufrechterhalten wird.

Prüfräume ohne kontinuierliche Durchmischung sind Räume, in denen während der Haltezeit keine signifikante, mechanisch oder thermisch verursachte Durchmischung stattfindet.

Wenn nicht sicher feststellbar ist, ob es sich um einen Prüfraum mit oder ohne kontinuierliche Durchmischung handelt, ist die Berechnung der Haltezeit für beide Situationen durchzuführen (entsprechend A10.2.8.6 und A10.2.8.7). Der geringere der beiden ermittelten Werte für die Haltezeit ist zu verwenden.

ENTWURF

## L.2.6 Messung des Prüfraumes

### L.2.6.1 Standard-Räume ohne kontinuierliche Durchmischung

Standard-Räume haben eine einheitliche horizontale Querschnittsfläche sowie horizontale obere und untere Begrenzungen. Das Volumen des Prüfraumes ist erforderlichenfalls zu vermessen; aufzuzeichnen sind:

a) die Gesamthöhe des Prüfraumes, $H_o$
b) die erforderliche für die Haltezeit zu berücksichtigende Höhe, H (siehe Abschnitt 5.10)
c) das Bruttovolumen des Prüfraumes, V

### L.2.6.2 Räume mit unregelmäßigen Umfassungsflächen ohne kontinuierliche Durchmischung

Für Räume mit unregelmäßigen Umfassungsflächen ohne Durchmischung ist die Anwendbarkeit und ggf. die Verfahrensweise im Einzelfall zu prüfen (Rücksprache mit VdS).

### L.2.6.3 Räume jeglicher Geometrie mit kontinuierlicher Durchmischung

Als Gesamthöhe des Raumes ($H_o$) ist die Höhe vom niedrigsten Punkt im Prüfraum bis zum höchsten Punkt im Prüfraum anzugeben. Ferner ist das Bruttovolumen des Prüfraumes V zu vermessen und anzugeben.

### L.2.6.4 Öffnung zum Einbau der Gebläseeinheit

Wenn die Tür oder eine andere Öffnung, die während der Prüfung durch die Gebläseeinheit ersetzt wird, im Haltezeitzustand signifikante messbare Leckage-Öffnungen aufweist, sind diese zu vermessen und aufzuzeichnen.

## L.2.7 Prüfverfahren

### L.2.7.1 Vorbereitung

Das Personal, das die Prüfung überwacht, ist entsprechend zu unterweisen.

Papiere und Gegenstände, die durch vom Ventilator erzeugte Turbulenzen beschädigt werden können, sind zu entfernen.

Es sind ausreichend Türen außerhalb des Prüfraumes offen zu halten, um einen geeigneten Rückströmpfad für die Luft zwischen Gebläseeinheit und Leckagen in der Umfassung des Prüfraumes herzustellen. Alle Anforderungen an die Einrichtung einschließlich der Anforderungen an Sicherheit, Brandschutz und Umwelteinschränkungen, müssen erfüllt werden. Andernfalls sind entsprechende Ersatzmaßnahmen notwendig.

Alle Einrichtungen der Lüftungsanlage und der Löschmittelabsaugung werden in den Zustand versetzt, in dem sie sich während der Haltezeit befinden (siehe Dokumentation gem. L.2.5); dabei gelten folgenden Ausnahmen:

a) Umwälzlüftungen ohne Frischluftzufuhr oder Absaugung im Prüfraum, die zur Vermeidung einer Temperaturerhöhung z. B. in Computern erforderlich sind, können während der Prüfung eingeschaltet bleiben, wenn diese weder eine Druckerhöhung noch anderweitige Beeinträchtigungen der Prüfung bewirken. Dieses gilt auch dann, wenn sie bei Auslösung der Löschanlage abgeschaltet werden.

ENTWURF

b) Umwälzlüftungen mit Frischluftzufuhr oder Absaugung, die bei Auslösung der Löschanlage eingeschaltet bleiben, sollten abgeschaltet werden, wenn diese eine spürbare Druckerhöhung während der Dichtheitsprüfung bewirken.

An den Türen sind die Schilder gem. A10.2.2.6 anzubringen.

Innerhalb des Prüfraums sind Türen zu öffnen und Boden- oder Deckenplatten zu entfernen, so dass alle (durch die Löschanlage) geschützten Bereiche ein zusammenhängendes Volumen ergeben. Platten aus abgehängten Decken dürfen nicht entfernt werden, wenn das Volumen oberhalb der abgehängten Decke nicht durch die Löschanlage geschützt wird.

*Anmerkung: VORSICHT – Das Entfernen von Bodenplatten kann die (Arbeits-) Sicherheit gefährden. Es sind geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu treffen.*

Alle Türen, Fenster und andere Öffnungen in der Umfassung des Prüfraumes sind in den Zustand zu bringen, in dem sie sich während der Haltezeit befinden.

Bodenabläufe und sonstige Abflüsse müssen in ihrem „normalen" Betriebszustand sein. Es ist zu überprüfen, ob diese mit Flüssigkeit gefüllt sind.

Der Zustand des Prüfraums sowie der Umgebung und der Einrichtungen während der Haltezeit ist aufzuzeichnen.

#### L.2.7.2 Einbau der Gebläseeinheit

Die Gebläseeinheit wird in eine Zugangsöffnung eingebaut, die vom Prüfraum in den Bereich des Gebäudes mit dem größten Volumen führt, so dass die Luft vom Gebläse über den Prüfraum, die Leckagen und den Bereich des Gebäudes zurück zum Gebläse strömen kann.

Durch die flexiblen Schläuche ist vorsichtig ein Druck oder Sog auszuüben, so dass die Druckmessgeräte über den gesamten Messbereich beansprucht werden. Die Höchstwerte sind mindestens 10 s anzuzeigen.

Es ist eine Druckentlastung durchzuführen und der Nullpunkt einzustellen.

Die Messgeräte zur Ermittlung des Differenzdrucks im Prüfraum und zur Ermittlung des statischen Differenzdruckes am Gebläse werden angeschlossen. Dabei ist sicherzustellen, dass die offenen Enden der flexiblen Schläuche in der Nähe der Gebläseeinheit nicht im Bereich des Gebläseluftstromes oder anderer Luftströme angeordnet sind, die die Messwerte beeinflussen können.

Mit der/den Gebläseeinheit(en) wird eine Erhöhung oder Verringerung des Druckes im Prüfraum bis zum höchsten erreichbaren, sicheren Druck erzeugt. Für alle Klappen ist mit Rauch zu überprüfen, ob sie vorschriftsmäßig schließen. Das Schließen der Türen und Luken ist ebenfalls zu überprüfen. Wände (ober- und unterhalb abgehängter Decken) und der Boden sind auf größere Leckagen zu untersuchen, deren Größe und Lage aufzuzeichnen ist.

Es ist sicherzustellen, dass zwischen dem Bereich des Gebläses außerhalb des Prüfraumes und entlang der Rückströmpfade um den Prüfraum herum keine Differenzdrücke bestehen. Dies kann visuell oder mittels Druckmessung erfolgen.

ENTWURF

### L.2.7.3 Messung des Ausgangs-Differenzdruckes während der Door-Fan-Prüfung ($P_{bt}$)

$P_{bt}$, im Folgenden Ausgangs-Differenzdruck genannt, wird benötigt, um die gemessene Druckdifferenz zwischen Prüfraum und Umgebung zu korrigieren und die Leckage-Eigenschaften des Prüfraumes zu berechnen.

Der Ein- bzw. Auslass der Gebläseeinheit ist zu verschließen. Das Druckmessgerät zum Messen des Differenzdrucks im Prüfraum ist zu beobachten, bis sich die Anzeige soweit wie möglich stabilisiert hat (dies kann bis zu 30 s dauern), ohne dass das/die Gebläse(e) betätigt wird/werden. Bei Anzeige eines Druckes wird dieser Ausgangs-Differenzdruck ($P_{bt}$) und seine Richtung aufgezeichnet. Ist der Absolutwert von $P_{bt}$ größer als 3 Pa (d. h. $|P_{bt}| > 3$ Pa), so muss der Ausgangs-Differenzdruck verringert werden, bevor die Dichtheitsprüfung fortgesetzt wird.

Der Ausgangs-Differenzdruck $P_{bt}$ ist durch Abschaltung von Lüftungsanlagen, auch wenn diese während der Haltezeit weiterlaufen, soweit wie möglich zu verringern.

Wenn ein Überdruck erzeugendes Zwischenboden-Lüftungssystem nicht abgeschaltet werden kann, können ggf. vorhandene Leckagen im Zwischenboden bei der Messung nicht genau erfasst werden. Während der Prüfung sollten daher so viele Bodenplatten entfernt werden wie notwendig sind, um den Einfluss des Überdruckes im Zwischenboden zu beseitigen. Andernfalls sollten die Leckagen im Zwischenbodenbereich nach Möglichkeit so verringert werden, dass sie vernachlässigbar sind.

*Anmerkung: VORSICHT – Das Entfernen von Bodenplatten kann die (Arbeits-) Sicherheit gefährden. Es sind geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu treffen.*

Bei Auftreten von fluktuierendem Ausgangs-Differenzdruck $P_{bt}$ (z. B. durch Wind hervorgerufen), kann möglicherweise die erforderliche Korrelationsgenauigkeit bei den Door-Fan-Prüfungen nicht erzielt werden. Zur Durchführung einer exakten Door-Fan-Prüfung müssen dann die Fluktuationen verringert werden, indem Leckagepfade zwischen dem Prüfraum und der Ursache des fluktuierenden Druckes abgedichtet werden.

### L.2.7.4 Messung der Leckagerate

Die Lufttemperatur $T_e$ innerhalb sowie die Lufttemperatur $T_0$ außerhalb des geschützten Raumes werden an verschiedenen Messstellen ermittelt. Falls die Lage der Leckagen nicht bekannt ist, wird der Durchschnittswert angewendet; bei bekannter Lage der Leckagen wird der gewichtete Durchschnittswert angewendet. Die Temperaturen sind am Ende der Prüfung zu überprüfen.

Das Gebläse ist innen und außen freizugeben. Das Gerät zur Messung des statischen Differenzdruckes ist am Gebläse anzuschließen.

Mit der Gebläseeinheit ist im Prüfraum ein möglichst großer Unterdruck aufzubauen, jedoch maximal 60 Pa, da sich bei höheren Differenzdrücken die Strömungs-eigenschaften der Leckagepfade ändern können. Die Anzeige des Differenzdrucks im Prüfraum muss sich dann (bis zu 30 s) stabilisieren, und der Wert ($P_f + P_{bt}$), der negativ ist, ist aufzuzeichnen. Dieser Vorgang ist für mindestens vier weitere Ventilator-Strömungsraten zu wiederholen, so dass fünf Messwerte aufgezeichnet werden, die gleichmäßig über den Bereich bis hinunter auf den höheren Wert von 10 Pa oder 10 $|P_{bt}|$ verteilt sind. Für jede Druckdifferenz werden der Luftstrom und der Differenzdruck über die Begrenzung des Prüfraumes gemessen. Nachdem sich das Gebläse und die Messgeräte stabilisiert haben, sollte der Mittelwert über ein Intervall von 10 s oder mehr, wenn Fluktuationen beobachtet werden, verwendet werden. Wenn stabile Messwerte bei

ENTWURF

dem minimalen Druck (10 Pa oder 10 $|P_{bt}|$) nicht erzielt werden können, sind die Messungen mindestens bis zu dem niedrigsten Druck durchzuführen, bei dem noch stabile Messwerte zu erzielen sind.

Die Gebläseeinheit ist zur Erzeugung eines Überdruckes im Prüfraum anzuwenden; der in A10.2.7.4.3 beschriebene Ablauf ist zu wiederholen. Der Wert ($P_f + P_b$), der positiv ist, wird ebenfalls aufgezeichnet.

Die Differenzdruckmessung mit Null-Förderung (Ausgangs-Differenzdruck $P_{bt}$) wird wiederholt. Wenn der Messwert mehr als 1 Pa von dem Messwert der zu Beginn durchgeführten Differenzdruckmessung mit Null-Förderung abweicht, ist die gesamte Prüfung zu wiederholen.

### L.2.7.5 Vor-Ort-Überprüfung der Volumenstrommessung (field calibration check)

Die äquivalente Leckagefläche des Prüfraumes (Mittelwert von Über- und Unterdruck) wird mit Hilfe der Gleichungen (L-17) und (L-19) für einen geeigneten Referenz-Differenzdruck berechnet. Dieser Wert sollte vorzugsweise innerhalb und möglichst in der Mitte des Bereiches der in A10.2.7.4.3 verwendeten Prüfraum-Differenzdrücke liegen.

In einer Platte aus festem Material, weniger als 3 mm stark und ohne Öffnungen, wird eine scharfkantige kreisrunde Prüföffnung geschnitten. Die Fläche der Öffnung muss groß genug sein, um einen leicht messbaren Anstieg in der Leckagerate des Prüfraumes zu verursachen, aber nicht so groß, dass ein anderer Bereich des Gebläses verwendet werden muss, um die angestiegene Strömungsrate zu erfassen. In der Regel ist hierzu eine geometrische Fläche von etwa 50 % der äquivalenten Öffnungsfläche geeignet. Falls möglich, ist die Platte in einem nicht verwendeten Teil der Gebläseeinrichtung einzubauen. Andernfalls ist die Platte in einer anderen geeigneten Öffnung des Prüfraumes zu installieren; hierbei ist zu beachten, dass dies die Leckage-Eigenschaften des Prüfraumes ändert und damit die Genauigkeit der Überprüfung der Prüfeinrichtung vor Ort verringert.

Die Gebläseeinheit und die Öffnung werden verschlossen, die Messung des Ausgangs-Differenzdruckes während der Door-Fan-Prüfung (A10.2.7.3) wiederholt und der Wert von $P_{bt}$ aufgezeichnet.

Die Prüföffnung wird geöffnet und die Messung der Leckagerate (A10.2.7.4) wiederholt.

Die äquivalente Leckagefläche des Prüfraumes mit Prüföffnung (Mittelwert von Über- und Unterdruck) wird mit Hilfe der Gleichungen (L-17) und (L-19) für den in A10.2.7.5.1 verwendeten Referenz-Differenzdruck berechnet.

Die gemessene äquivalente Leckagefläche der Prüföffnung ist die äquivalente Leckagefläche des Prüfraumes mit Prüföffnung abzüglich der äquivalenten Leckagefläche des Prüfraumes allein.

Die Vor-Ort-Überprüfung der Volumenstrommessung ist akzeptabel, wenn die gemessene äquivalente Leckagefläche der Prüföffnung im Bereich von +/- 10% ihrer geometrischen Fläche liegt. Ist die Abweichung größer als 10%, muss die Door-Fan-Prüfeinrichtung neu kalibriert werden.

### L.2.7.6 Messung des Leckagen-Differenzdruckes unter Haltezeitbedingungen ($P_{bh}$)

$P_{bh}$, im Folgenden Leckagen-Differenzdruck genannt, ist der Differenzdruck unter Haltezeitbedingungen, der für die Berechnung der Haltezeit benötigt wird.

Der Prüfraum, seine Umgebung und die Einrichtungen sind in den Zustand zu versetzen, in dem sie sich während der Haltezeit befinden – dabei sind die Informationen aus A10.2.5 zu verwenden.

ENTWURF

Der Leckagen-Differenzdruck $P_{bh}$ ist über so viele Grenzflächen des Prüfraumes wie möglich zu messen.

Bei Anzeige eines Differenzdruckes sind der Luftstrom und seine Richtung mit Hilfe von Rauch festzustellen. Bestätigt sich die Anzeige, ist der Differenzdruck als Leckagen-Differenzdruck ($P_{bh}$) aufzuzeichnen. $P_{bh}$ ist negativ, wenn der Druck im Prüfraum geringer ist als in dem benachbarten Bereich.

Bei einem großen Prüfraum oder bei einem weitgehend durch Wind oder Staueffekte verursachten Leckagen-Differenzdruck wird die Messung an einer oder mehreren anderen Zugangsöffnungen wiederholt. Alle Messwerte werden aufgezeichnet; der größte positive Wert (oder, falls nur negative Werte aufgezeichnet wurden, der Wert, der Null am nächsten liegt) stellt den Leckagen-Differenzdruck dar.

Falls der Zahlenwert des Leckagen-Differenzdruckes 25 % des Ausgangs-Druckes der Löschgas/Luft-Säule (siehe Gleichung (L-6)) überschreitet, d. h. $|P_{bh}| > 0{,}25\ P_{mi}$, so ist die Haltezeit wahrscheinlich zu kurz, d. h. im Prüfraum wird die vorgeschriebene Löschmittel-Konzentration nicht lange genug aufrechterhalten. Die Ursache für übermäßigen Leckagen-Differenzdruck sollte ermittelt und nach Möglichkeit dauerhaft beseitigt werden, um eine unzulässige negative Beeinflussung der Haltezeit auszuschließen.

## L.2.8 Berechnung

### L.2.8.1 Symbole

Zur Berechnung werden folgende Zeichen für Größen und folgende Einheiten verwendet:

| | | |
|---|---|---|
| $A_e$ | effektive Leckagefläche | ($m^2$) |
| $C$ | Start-Konzentration des Löschgases in Luft im Prüfraum zu Beginn der Haltezeit | (Vol.-%) |
| $C_{min}$ | Mindestkonzentration des Löschgases in Luft im Prüfraum in der Höhe H am Ende der Haltezeit – nicht weniger als die Löschkonzentration | (Vol.-%) |
| $ELA$ | äquivalente Leckagefläche | ($m^2$) |
| $F$ | unterer Leckageanteil, effektive Fläche der unteren Leckagen dividiert durch die effektive Fläche aller Leckagen | (-) |
| $g_n$ | Erdbeschleunigung (= 9,81) | ($m/s^2$) |
| $H$ | erforderliche, für die Haltezeit zu berücksichtigende Höhe – d. h. die Höhe, in der am Ende der Haltezeit noch $c_{min}$ gefordert ist | (m) |
| $H_0$ | Gesamthöhe des Prüfraumes | (m) |
| $H_e$ | Höhe der äquivalenten scharfen Grenzschicht | (m) |
| $k_0$ | Leckage-Koeffizient (siehe Gleichung (L-1)) | ($m^3/(s\ Pa^n)$) |
| $k_1$ | Leckage-Koeffizient (siehe Gleichung (L-11)) | ($m^3/(s\ Pa^n)$) |
| $k_2$ | Korrelationskonstante (siehe Gleichung (L-12)) | ($kg^n\ m^{3\,(1-n)}/(s\ Pa^n)$) |
| $k_3$ | Konstante zur Vereinfachung (siehe Gleichung (L-13)) | ($m/s^2$) |
| $k_4$ | Konstante zur Vereinfachung (siehe Gleichung (L-14)) | ($Pa\ m^3/kg$) |
| $n$ | Leckage-Koeffizient (siehe Gleichung (L-10)) | (-) |
| $P_f$ | durch das Gebläse erzeugter Differenzdruck | (Pa) |

ENTWURF

| | | |
|---|---|---|
| $P_{mi}$ | Startdruck der Löschgas/Luft-Säule | (Pa) |
| $P_{mf}$ | Enddruck der Löschgas/Luft-Säule | (Pa) |
| $P_{bt}$ | Ausgangs-Differenzdruck zur Zeit der Door-Fan-Prüfung | (Pa) |
| $P_{bh}$ | Leckagen-Differenzdruck während der Haltezeit | (Pa) |
| $P_c$ | atmosphärischer Druck während der Kalibrierung des Gebläses | (bar) |
| $P_t$ | atmosphärischer Druck während der Door-Fan-Prüfung | (bar) |
| $P_{ref}$ | Referenz-Differenzdruck für die Bestimmung der äquivalenten Leckagefläche | (Pa) |
| $Q_f$ | gemessener Luftvolumenstrom durch das Gebläse | ($m^3/s$) |
| $Q_I$ | Luftvolumenstrom, bezüglich Druck und Temperatur auf Referenzbedingungen (20 °C, 1,013 bar Atmosphärendruck) korrigiert | ($m^3/s$) |
| $T_e$ | Lufttemperatur im Prüfraum | (°C) |
| $T_O$ | Lufttemperatur außerhalb des Prüfraumes | (°C) |
| $T_C$ | atmosphärische Temperatur während der Kalibrierung des Gebläses | (°C) |
| $t$ | theoretische Haltezeit | (s) |
| $V$ | Bruttovolumen des Prüfraumes | ($m^3$) |
| $\rho_a$ | Dichte von Luft (1,204 bei 20 °C und 1,013 bar) | ($kg/m^3$) |
| $\rho_{mf}$ | Dichte des Löschgas/Luft-Gemisches bei der Konzentration $c_{min}$, 20 °C und 1,013 bar Atmosphärendruck | ($kg/m^3$) |
| $\rho_{mi}$ | Dichte des Löschgas/Luft-Gemisches bei der Start-Konzentration c, 20 °C und 1,013 bar Atmosphärendruck | ($kg/m^3$) |
| $\rho_m$ | Dichte des Löschgas/Luft-Gemisches bei 20 °C und 1,013 bar Atmosphärendruck | ($kg/m^3$) |
| $\rho_e$ | Dichte des Löschgases bei 20 °C und 1,013 bar Atmosphärendruck | ($kg/m^3$) |

ENTWURF

### L.2.8.2 Leckage-Eigenschaften bei Unter- und Überdruck

Aus den gemessenen Werten für $(P_f + P_{bt})$und $P_{bt}$ werden die Werte für $P_f$ errechnet; unter Verwendung der Kalibrierdaten des Gebläses (siehe L.2.3.1 ) werden die entsprechenden Luft-Volumenströme $Q_f$ durch das Gebläse errechnet.

Für jede Messreihe (Unterdruck und Überdruck) werden die Ergebnisse der Door-Fan-Prüfung in folgender Form angegeben:

$$|Q_f| = k_0 \times |P_f|^n \qquad \text{(L-1)}$$

Die Leckage-Koeffizienten $k_0$ und $n$ sowie der Korrelationskoeffizient $(r\ oder\ r^2)$ werden bestimmt unter Verwendung der Methode der kleinsten Fehlerquadrate für die Anpassung von

$$\ln|\mathrm{Q_f}| = \ln \mathrm{k_0} + \mathrm{n} \times \ln|\mathrm{P_f}|$$

an die Versuchsdaten. Es ist zu prüfen, dass der Korrelationskoeffizient jeder Messreihe mindestens $r = 0{,}99$ oder $r^2 = 0{,}98$ beträgt. Die beiden Messreihen werden fast immer unterschiedliche Werte für $k_0$ und n haben.

Wenn der Korrelationskoeffizient zu niedrig ist, ist wie folgt zu verfahren:

- Überprüfung auf fluktuierenden Ausgangs-Differenzdruck,
- Überprüfung, ob sich Klappen, Luken, o.ä. bewegen und
- Wiederholung der Door-Fan-Prüfung.

Die korrigierten Werte für $k_0$ sind unter Verwendung der Gleichungen (L-2) bzw. (L-3) zu berechnen und als $k_1$ zu bezeichnen bei Unterdruck:

$$k_1 = k_0 \left(\frac{P_C(T_e + 273)}{P_t(T_C + 273)}\right)^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{T_O + 273}{T_e + 273}\right) \times \left(\frac{P_t(20 + 273)}{1{,}013 \times (T_O + 273)}\right)^n \quad \text{(L-2)}$$

bei Überdruck:

$$k_1 = k_0 \left(\frac{P_C(T_O + 273)}{P_t(T_C + 273)}\right)^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{T_e + 273}{T_O + 273}\right) \times \left(\frac{P_t(20 + 273)}{1{,}013 \times (T_e + 273)}\right)^n \quad \text{(L-3)}$$

*Anmerkung: Die Gleichungen (L-2) und (L-3) korrigieren in Näherung die Luftvolumenströme hin-sichtlich der Einflüsse von Temperatur und Druckdifferenzen auf die Dichte der Luft. Dabei wird vorausgesetzt, dass:*

- *die Volumenstrommesseinrichtung von üblicher Bauart ist und somit ein Drucksignal anzeigt, welches proportional zur Dichte der Luft und zum Quadrat des Volumenstromes ist.*
- *für eine gegebene Druckdifferenz zwischen innerhalb und außerhalb des Prüfraumes der Volumenstrom durch die Leckagefläche in Näherung umgekehrt proportional zur n-ten Potenz der Dichte der Luft ist.*

Einflüsse von Luftfeuchte und Viskosität werden vernachlässigt.

ENTWURF

### L.2.8.3 Säulendrücke

Die Dichte des Löschgas/Luft-Gemisches (bei 20 °C und Start-Konzentration C zu Beginn der Haltezeit) ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\rho_{mi} = \rho_e \times \frac{C}{100} + \rho_a \times \frac{100 - C}{100} \quad \text{(L-4)}$$

Für Prüfräume mit Durchmischung wird die Dichte des Löschgas/Luft-Gemisches (bei 20 °C und Konzentration $C_{min}$) nach folgender Gleichung berechnet:

$$\rho_{mf} = \rho_e \times \frac{C_{min}}{100} + \rho_a \times \frac{100 - C_{min}}{100} \quad \text{(L-5)}$$

Der Start-Druck der Löschgas/Luft-Säule $P_{mi}$ ist nach folgender Gleichung zu ermitteln:

$$P_{mi} = g_n H_0 \times (\rho_{mi} - \rho_a) \quad \text{(L-6)}$$

Wenn $P_{bh}$ negativ ist, ist der Enddruck der Säule $P_{mf}$ nach unten stehenden Gleichungen zu berechnen und es ist zu prüfen, ob $P_{mf}$ größer ist als der Absolutwert von $P_{bh}$. Wenn dies nicht der Fall ist, sind die Gleichungen zur Berechnung der Haltezeit nicht anwendbar (da der Leckagen-Differenzdruck Strömungsumkehr verursacht).

Für Standard-Prüfräume ohne kontinuierliche Durchmischung:

$$P_{mf} = g_n H_e \times (\rho_{mi} - \rho_a) \tag{L-7}$$

wobei

$$H_e = H_0 - (H_0 - H) \times \frac{C}{2 \times C_{min}} \tag{L-8}$$

Für Prüfräume mit kontinuierlicher Durchmischung:

$$P_{mf} = g_n H_0 \times (\rho_{mf} - \rho_a) \tag{L-9}$$

### L.2.8.4 Mittlere Leckage-Eigenschaften

Die mittleren Werte für die Leckage-Koeffizienten $k_1$ und $n$ werden folgendermaßen bestimmt.

Die Durchschnittswerte (d. h. von Über- und Unterdruck-Messreihen) des Leckage-Volumenstromes

$$Q_I = k_1 \times |P_f|^n$$

werden für die folgende Werte von $P_f$ bestimmt: $P_f = P_{mi}$ und $P_f = 0{,}5 \times P_{mi}$. Diese werden als $Q_{Im}$ bzw. $Q_{Im/2}$ bezeichnet.

$$n = \frac{\ln Q_{Im} - \ln Q_{Im/2}}{\ln 2} \tag{L-10}$$

$$k_1 = exp\left(\frac{\ln Q_{Im/2} \times \ln P_{mi} \ln Q_{Im} \times (\ln P_{mi} - \ln 2)}{\ln 2}\right) \tag{L-11}$$

Dabei ist

$ELA$ die gemessene äquivalente Leckagefläche des Prüfraumes aus A10.2.7 unter Verwendung von (E17) und (E19),

$Leckage\ddot{o}ffnung$ die entsprechend A10.2.6.4 ermittelte Öffnung.

### L.2.8.5 Korrelationskonstante

Die Korrelationskonstante $k_2$ wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$k_2 = k_1 \left(\frac{\rho_a}{2}\right)^n \tag{L-12}$$

ENTWURF

Die Konstante $k_3$ wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$k_3 = \frac{2g_n \times (\rho_{mi} - \rho_a)}{\rho_{mi} + \rho_a \times \left(\frac{F}{1-F}\right)^{\frac{1}{n}}} \quad \text{(L-13)}$$

Die Konstante $k_4$ wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$k_4 = \frac{2 \times P_{bh}}{\rho_{mi} + \rho_a \times \left(\frac{F}{1-F}\right)^{\frac{1}{n}}} \quad \text{(L-14)}$$

### L.2.8.6 Theoretische Haltezeit: Standard-Prüfräume ohne kontinuierliche Durchmischung

Unter der Annahme einer Löschgas-Verteilung im Prüfraum kann für Standard-Prüfräume ohne kontinuierliche Durchmischung die theoretische Haltezeit $t$ für das Abnehmen der Löschgas-Konzentration in der Höhe $H$ von Konzentration $C$ auf Konzentration $C_{min}$ berechnet werden. Die Haltezeit wird für eine scharfe Grenzschicht berechnet, die denselben Säulendruck und dieselbe Leckagerate ergeben würde wie die tatsächliche Löschgas-Verteilung.

In diesem Berechnungsverfahren wird vorausgesetzt, dass

a) der Prüfraum ein Standard-Raum ist,
b) $\mathrm{C_{min}}$ größer oder gleich $0{,}5 \times \mathrm{C}$ ist und
c) zu jedem Zeitpunkt die Löschgas-Konzentration von der unteren Begrenzung des Prüfraumes bis in eine bestimmte Höhe gerade die Start-Konzentration ($C$) ist; oberhalb dieser Höhe nimmt die Konzentration mit zunehmender Höhe linear ab, bis zum Wert Null an der oberen Begrenzung des Prüfraumes.

Die Höhe $H_e$ der äquivalenten scharfen Grenzschicht wird nach Gleichung (L-8) berechnet.

Es wird $F = 0{,}5$ angenommen und die theoretische Haltezeit folgendermaßen berechnet:

$$t = \frac{V}{H_O} \frac{\left[\left(k_3 H_O + k_4\right)^{1-n} - \left(k_3 H_e + k_4\right)^{1-n}\right]}{\left(1-n\right) k_2 F k_3}$$

$$t = \frac{V}{H_0} \times \frac{(k_3 \times H_0 + k_4)^{1-n} - (k_3 \times H_e + k_4)^{1-n}}{(1-n) \times k_2 \times F \times k_3} \quad \text{(L-15)}$$

Wenn $C_{min} < 0{,}5 \times C$, ist die Haltezeit nach Gleichung (L-15) zu berechnen, allerdings unter Verwendung von $H$ an Stelle von $H_e$.

### L.2.8.7 Theoretische Haltezeit: Prüfräume mit kontinuierlicher Durchmischung

Für Prüfräume mit kontinuierlicher Durchmischung wird $F = 0{,}5$ angenommen und die theoretische Haltezeit $t$ für den Abfall der Löschgas-Konzentration von der Start-Konzentration $C$ auf die Konzentration $C_{min}$ (siehe Abschnitt 5.10) nach folgender Gleichung berechnet:

ENTWURF

$$t = \frac{V}{F \times k_2} \times \int_{\rho_{mf}}^{\rho_{mi}} \left( \frac{2g_n \times H_0 \times (\rho_m - \rho_a)^{\frac{(n-1)}{n}} + 2P_{bh} \times (\rho_m - \rho_a)^{\frac{1}{n}}}{\rho_m + \rho_a \times \left(\frac{F}{1-F}\right)^{\frac{1}{n}}} \right)^{-n} d\rho_m \qquad \text{(L-16)}$$

Die Gleichung ist mit einem Näherungsverfahren zu lösen, z. B. der Simpson-Regel mit einer geraden Anzahl von Intervallen (mindestens 20).

## L.3 Behandlung von Prüfräumen mit theoretischen Haltezeiten unterhalb der erforderlichen Werte

### L.3.1 Allgemeines

Falls die nach A10.2 berechnete theoretische Haltezeit geringer ist als die nach Abschnitt 2.10 erforderliche Haltezeit, ist nach den folgenden Abschnitten (A10.3.2 bis A10.3.5) zu verfahren.

### L.3.2 Leckageflächen

Zur Veranschaulichung des Problems wird die effektive Leckagefläche $A_e$ nach folgender Gleichung berechnet:

$$A_e = Q_{ref} \left(\frac{\rho_a}{2P_{ref}}\right)^{\frac{1}{2}} = k_1 \times P_{ref}^{n-\frac{1}{2}} \times \left(\frac{\rho_a}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad \text{(L-17)}$$

Bei 20 °C und 1,013 bar vereinfacht sich die Gleichung (L-17) zu:

$$A_e = 0{,}7762 \times k_1 \times P_{ref}^{n-\frac{1}{2}} \qquad \text{(L-18)}$$

Die äquivalente Leckagefläche (*ELA*) kann folgendermaßen berechnet werden:

$$ELA = \frac{A_e}{0{,}61} \qquad \text{(L-19)}$$

Die äquivalente Leckagefläche wird für die Vor-Ort-Überprüfung der Volumenstrommessung und zur Identifizierung von vorhandenen Leckagen benötigt. Es handelt sich um die Fläche einer kreisrunden scharfkantigen Öffnung, die bei dem Referenz-Differenzdruck dieselbe effektive Leckagefläche $A_e$ hat wie die tatsächliche Leckagefläche.

### L.3.3 Abdichtung des Prüfraumes

Muss die Abdichtung des Prüfraumes verbessert werden, sind nach Durchführung der Maßnahmen, auf Basis erneuter Door-Fan-Prüfungen nach A10.2.7.4, die neuen theoretischen Haltezeiten zu ermitteln und zu beurteilen. Liegen die ermittelten neuen Haltezeiten über dem erforderlichen Mindestwert, sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.

### L.3.4 Erfassung und Lokalisierung der Leckagen

#### L.3.4.1 Allgemeines

Die unteren Leckagen sind diejenigen, durch die das Löschgas/Luft-Gemisch aus dem Prüfraum entweicht; umgekehrt sind die oberen Leckagen diejenigen, durch die Luft in den Prüfraum eindringt. In einem Prüfraum ohne Leckagen-Differenzdruck kann die

ENTWURF

mittlere Höhe des Prüfraumes als „neutrale Ebene“ (zwischen Einströmen und Ausströmen) genommen werden. Im Rahmen dieser Beurteilung wird vorausgesetzt, dass die unteren Leckagen unterhalb der neutralen Ebene und die oberen Leckagen oberhalb davon liegen.

Die Door-Fan-Prüfung zeigt nicht die Lage der Leckagen oder den Wert des unteren Leckanteils F an. In A10.2 wird von der Voraussetzung ausgegangen, dass der Wert für $F = 0{,}5$ beträgt, wobei alle unteren Leckagen am Boden des Prüfraumes und alle oberen Leckagen (die der Fläche der unteren Leckagen entsprechen) an der Decke des Prüfraumes liegen. Das ist der ungünstigste Fall, und es ergibt sich der kleinste Wert für die Haltezeit.

Falls einige untere Leckagen oberhalb des Bodens des Prüfraumes liegen oder einige obere Leckagen unterhalb der Decke des Prüfraumes, wird die Haltezeit zu gering eingeschätzt; eine einfache mathematische Behandlung dieses Falls ist jedoch nicht möglich.

Die Schätzung der Haltezeit ergibt auch dann einen zu geringen Wert, wenn $F$ nicht $0{,}5$ beträgt. Dieser Einfluss kann berechnet werden.

#### L.3.4.2 Zweite Berechnung der Haltezeit

Eine zweite Berechnung der Haltezeit ist nach den Gleichungen (L-12), (L-13), (L-14) und (L-15) bzw. (L-16) durchzuführen unter der Annahme, dass $F = 0{,}15$ beträgt. Falls der berechnete Wert über dem erforderlichen Mindestwert (siehe Abschnitt 5.10) liegt, ist eine Schätzung des tatsächlichen Wertes von F unter Verwendung der in L.3.4.3 beschriebenen Methode durchzuführen.

#### L.3.4.3 Verfahren zur Schätzung von *F*

Obere Leckagen, z. B. Klappen, die mit Hilfe von Rauch ermittelt werden können, sind vorübergehend abzudichten. Die Door-Fan-Prüfung wird wiederholt, und die verringerte äquivalente Leckagefläche $ELA_2$ wird nach den Gleichungen (L-17) und (L-19) berechnet.

Die Abdichtungen der oberen Leckagen ist wieder zu entfernen und untere Leckagen, die mit Hilfe von Rauch ermittelt werden können, sind vorübergehend abzudichten. Die Door-Fan-Prüfung wird wiederholt und die verringerte äquivalente Leckagefläche wird nach den Gleichungen (L-17) und (L-19) berechnet.

Auf diese Weise kann die Fläche der vorübergehend abgedichteten oberen und unteren Leckagen bestimmt werden; für die übrige Öffnungsfläche wird von 50% oberen Leckagen und 50 % unteren Leckagen ausgegangen. Der neue Wert für wird nach folgender Gleichung berechnet, dabei ist der in der ursprünglichen -Messung ermittelte Wert:

$$F = 0{,}5 \times \frac{ELA_1 + ELA_2 - ELA_3}{ELA_1} \qquad \text{(L-20)}$$

### L.3.5 Endgültige Berechnung der Haltezeit

Unter Verwendung des in A10.3.4.3 bestimmten Wertes für $F$ wird die Haltezeit mit Hilfe der Gleichungen (L-12), (L-13), (L-14) und (L-15) bzw. (L-16) neu berechnet. $F$ sollte nicht größer als $0{,}5$ und nicht kleiner als $0{,}15$ sein. Wenn $F$ kleiner ist als $0{,}15$, ist $0{,}15$ zu verwenden. Wenn größer ist als $0{,}5$, ist $0{,}5$ zu verwenden (Falls $F$ größer ist, könnte durch die unteren Leckagen Luft einströmen).

ENTWURF

## L.4 Bericht

Zur Beurteilung der Haltezeit ist ein schriftlicher Bericht abzufassen, der folgende Angaben enthält:

a) Leckage-Eigenschaften des Prüfraumes (d. h. die mittleren Werte für $k_1$ und $n$)
b) Start-Konzentration des Löschgases, die Mindest-Konzentration und das verwendete Löschgas
c) Bruttovolumen des Prüfraumes
d) eingesetzte Löschgasmenge
e) Höhe des Prüfraumes
f) erforderliche, für die Haltezeit zu berücksichtigende Höhe
g) theoretische Haltezeit und Vergleich mit den Anforderungen nach Abschnitt 2.10
h) Angaben zur Anordnung und Zustand des Prüfraumes, der Umgebung und der Einrichtungen, gem. Abschnitt A10.2.5 und A10.2.7.1.4
i) aktuelle Kalibrierdaten für die Gebläseeinheit und die Druckmesseinrichtungen (falls erforderlich Kalibrierbescheinigungen) sowie die Ergebnisse der Vor-Ort-Überprüfung der Volumenstrommessung
j) Prüfergebnisse, inklusive der Aufzeichnung der Messergebnisse und zugehörigen Berechnungen
k) Größe und Lage von Leckagen, sofern solche identifiziert wurden

ENTWURF

# Anhang M Anforderungen der Baustoff- und Feuerwiderstandsklassen und ihre Zuordnung nach DIN 4102 und DIN EN 13501

Quelle: Bauregelliste, Herausgeber: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)

## M.1 Grundsätze

Die Zuordnung der Baustoff- und Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 bzw. nach DIN EN 13501 im Rahmen der vorliegenden VdS 2380 erfolgt analog zur Zuordnung dieser Klassen zu den deutschen bauaufsichtlichen Anforderungen. Diese Zuordnung ersetzt jedoch nicht die für die jeweiligen Bauprodukte und Bauarten vorgeschriebenen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise bzw. Anwendbarkeitsnachweise.

## M.2 Brennbarkeit der Baustoffe

Im Hinblick auf die Brennbarkeit werden die Anforderungen gem. VdS 2380 den Baustoffklassen der DIN 4202-1 und DIN EN 13501-1 gem. Tabelle A15.2 (ausgenommen Bodenbeläge) und für Bodenbeläge gem. Tabelle A15.3 zugeordnet.

Die Rauchentwicklung und das brennende Abtropfen oder Abfallen, welche in der Baustoffklasse nach DIN 4102-1 jeweils mit erfasst sind, werden im europäischen Klassensystem mit Zusatzbuchstaben „s“ (smoke) und „d“ (droplets) gem. Tabelle A15.1 gekennzeichnet. Diese Zusatzanforderungen sind in Tabelle A15.2 zur Orientierung, welche europäische Klassifizierung dem entspricht, mitaufgenommen worden.

Hierbei wird mit “SMOGRA” (Smoke Growth Rate) die Geschwindigkeit der Rauchfreisetzung und mit “TSP” (Total Smoke Poduction) die gesamte Rauchfreisetzung während der normierten Prüfdauer von 10 Minuten erfasst.

| **Smoke (s)** | ***Rauchentwicklung*** | ***Droplets (d)*** | ***Brennendes Abtropfen/ Abfallen*** |
|---|---|---|---|
| **s1** | *SMOGRA ≤ 30 m²/s² und $TSP_{600S}$ ≤ 50 m²* | $d_0$ | *kein brennendes Abtropfen/Abfallen innerhalb 600 Sec.* |
| **s2** | *SMOGRA ≤ 180 m²/s² und $TSP_{600S}$ ≤ 200 m²* | $d_1$ | *kein brennendes Abtropfen/Abfallen > 10 Sec. innerhalb 600 Sec.* |
| **s3** | *weder $s_1$ noch $s_2$* | $d_2$ | *weder $d_0$ noch $d_1$* |

**Tabelle M.1:** Zusatzkennzeichnungen des Brandverhaltens

ENTWURF

| Baustoffklasse DIN 4102 -1 | | Anforderung nach VdS 2380 an Baustoffe (ohne Bodenbeläge) | Europäische Klasse DIN EN 13501-1[1)2)] | | Zusatzanforderungen | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Bauprodukte, ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe | lineare Rohrdämmstoffe[3)] | kein Rauch | kein brennendes Abtropfen/ Abfallen |
| A | A1<br>A2 | nichtbrennbar | A1<br>A2 -s1 d0 | $A1_L$<br>$A2_L$ -s1 d0 | x<br>x | x<br>x |
| B | brennbare Baustoffe | | | | | |
| | B1 | Schwerentflammbar | B -s1, d0<br>C -s1, d0 | $B_L$ -s1, d0<br>$C_L$ -s1, d0 | x | x |
| | | | A2 -s2, d0<br>A2 -s3, d0<br>B -s2, d0<br>B -s3, d0<br>C -s2, d0<br>C -s3, d0 | $A2_L$ -s2, d0<br>$A2_L$ -s3, d0<br>$B_L$ -s2, d0<br>$B_L$ -s3, d0<br>$C_L$ -s2, d0<br>$C_L$ -s3, d0 | | x |
| | | | A2 -s1, d1<br>A2 -s1, d2<br>B -s1, d1<br>B -s1, d2<br>C -s1, d1<br>C -s1, d2 | A2L -s1, d1<br>A2L -s1, d2<br>BL -s1, d1<br>BL -s1, d2<br>CL -s1, d1<br>CL -s1, d2 | x | |
| | | | A2 -s3, d2<br>B -s3, d2<br>C -s3, d2 | $A2_L$ -s3, d2<br>$B_L$ -s3, d2<br>$C_L$ -s3, d2 | | |
| | B2 | Normalentflammbar | D -s1, d0<br>D -s2, d0<br>D -s3, d0<br>E | $D_L$ -s1, d0<br>$D_L$ -s2, d0<br>$D_L$ -s3, d0<br>$E_L$ | | x |
| | | | D -s1, d1<br>D -s2, d1<br>D -s3, d1<br>D -s1, d2<br>D -s2, d2<br>D -s3, d2<br>E -d2 | $D_L$ -s1, d1<br>$D_L$ -s2, d1<br>$D_L$ -s3, d1<br>$D_L$ -s1, d2<br>$D_L$ -s2, d2<br>$D_L$ -s3, d2<br>$E_L$ -d2 | | |
| | B3 | Leichtentflammbar | F | $F_L$ | | |

1) In den europäischen Prüf- und Klassifizierregeln ist das Glimmverhalten von Baustoffen nicht erfasst. Für Verwendungen, in denen das Glimmverhalten erforderlich ist, ist das Glimmverhalten nach nationalen Regeln nachzuweisen.

2) Mit Ausnahme der Klasse A1(ohne Anwendung der Fußnote c zu Tabelle 1 der DIN EN 13501-1) und E kann das Brandverhalten von Oberflächen von Außenwänden und Außenwandbekleidungen (Bauarten) nach DIN EN 13501-1 nicht abschließend klassifiziert werden.

3) Der Index „...$_L$“ (Linear Pipe Thermal Insulation Products) kennzeichnet Brandverhaltensklassen für Produkte zur Wärmedämmung von linearen Rohren.

ENTWURF

**Tabelle M.2:** Baustoffklassen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 (ausgenommen Bodenbeläge) und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380

| Baustoff-klasse DIN 4102 - 1 | | Anforderung nach VdS 2380 für Bodenbeläge | Europäische Klasse DIN EN 13501-1[1)] |
|---|---|---|---|
| A | A1<br>A2 | nichtbrennbar | $A1_{fl}$<br>$A2_{fl}$ -s1 |
| B | brennbare Baustoffe | | |
| | B1 | schwerentflammbar | $B_{fl}$ -s1<br>$C_{fl}$ -s1 |
| | B2 | normalentflammbar | $A2_{fl}$ -s2<br>$B_{fl}$, -s2<br>$C_{fl}$, -s2<br>$D_{fl}$ -s1<br>$D_{fl}$ -s2<br>$E_{fl}$ |
| | B3 | leichtentflammbar | $F_{fl}$ |
| 1) Der Index „…$_{fl}$“ (floorings) kennzeichnet Brandverhaltensklassen für Bodenbeläge | | | |

**Tabelle M.3:** Baustoffklassen für Bodenbeläge nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380

## M.3 Feuerwiderstand von Bauteilen

Zur Kennzeichnung der Feuerwiderstandsklasse von Bauteilen (Bauprodukten und Bauarten) sind in den europäischen Normen anhand der in Tabelle A15.4 dargestellten Systematik neue Kurzzeichen für die Leistungsklassen eingeführt worden. Die Leistungsklassen sind Tabelle A15.5 zu entnehmen.

| **R** | **E** | **I** | **W** | | **t** | | **M** | **C** | **S** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grundkriterien | | | | | Feuer-widerstands-dauer | | Ergänzungs-kriterien | | |

**Tabelle M.4:** Systematik der europäischen Kurzzeichen

ENTWURF

| | Kurzzeichen | Kriteirium (Eigenschaften der Bautele) | Anwendungsbereich |
|---|---|---|---|
| Grundkriterien | **R** (résistance) | Tragfähigkeit | Zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit |
| | **E** (étanchéité) | Raumabschluss | |
| | **I** (isolation) | Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung) | |
| | **W** (radiation) | Begrenzung des Strahlungsdurchtritts | |
| Ergänzungs-kriterien | **M** (mechanical) | Mechanische Einwirkung auf Wände (Stoßbeanspruchung) | |
| | **$S_m$** ($smoke_{max.\ leakage\ rate}$) | Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate), erfüllt die Anforderungen sowohl bei Umgebungs-temperatur als auch bei 200°C | Rauchschutztüren (als Zusatzanforderung auch bei Feuerschutzabschlüssen |
| | **C…** (closing) | Selbstschließende Eigenschaft /ggf. mit Anzahl der Lastspiele) einschl. Dauer-funktion | Rauchschutztüren, Feuerschutzabschlüsse (einschl. Abschlüsse für Förderanlagen) |
| | **P** | Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalübermittlung; Prüfung mit Brandeinwirkung durch ETK | Elektrische Kabelanlagen allgemein |
| | **PH** | Aufrechterhaltung der Energieversorgung und/oder Signalübermittlung; Prüfung mit verminderter Brandeinwirkung als durch ETK | |
| | **G** | Rußbrandbeständigkeit | Schornsteine |
| | **$K_1$, $K_2$** | Brandschutzvermögen | Wand- und Deckenbekleidungen (Brandschutzbekleidungen) |
| | **$I_1$, $I_2$** | Unterschiedliche Wärmedämmungskriterien | Feuerschutzabschlüsse (einschl. Abschlüsse für Förderanlagen) |
| | i→o<br>i←o<br>i↔o (in – out) | Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer | Nichttragende Außenwände, Installationsschächte/-kanäle, Lüftungsanlagen/-klappen |
| | a↔b<br>(above – below) | Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer | Unterdecken |
| | $v_e$, $h_o$ (vertical, horizontal) | für vertikalen/horizontalen Einbau klassifiziert | Lüftungsleitungen/-klappen |
| | U/U (uncapped/ uncapped) | Rohrende offen innerhalb des Prüf-ofens/Rohrende offen außerhalb des Prüfofens | Rohrabschottungen |
| | C/U<br>(capped/uncapped) | Rohrende geschlossen innerhalb des Prüfofens/Rohrende offen außerhalb des Prüfofens | Rohrabschottungen |
| | U/C<br>(uncapped/capped) | Rohrende offen innerhalb des Prüf-ofens/Rohrende geschlossen außerhalb des Prüfofens | Rohrabschottungen |

ENTWURF

**Tabelle M.5:** Europäische Leistungsklassen, Kriterien und Anwendungsbereiche zum Feuerwiderstand nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3

Die nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-4 klassifizierten Eigenschaften zum Feuerwiderstandsverhalten sind für Bauteile und Sonderbauteile den Anforderungen nach VdS 2380 gem. Tabelle M.6 und Tabelle M.7 zuzuordnen.

Die Bezeichnungen in eckigen Klammern entsprechen den zugeordneten Bezeichnungen der Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102.

Zusätzlich werden im Rahmen dieser Richtlinien Bauteile nach dem Brandverhalten ihrer Baustoffe unterschieden in

- Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen,
- Bauteile aus brennbaren Baustoffen.

Die europäische Klassifizierung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen berücksichtigt das Brandverhalten der Baustoffe nicht. Das Brandverhalten der Baustoffe wird deshalb nach DIN 4102-2 berücksichtigt und nach DIN 4102-1 oder DIN EN 13501-1 zusätzlich bestimmt (siehe Tabelle M.2 und Tabelle M.3).

| **Anforderung nach VdS 2380** | **Tragende Bauteile** | | **Nichttragende Innenwände** | **Nichttragende Außenwände** | **Doppelböden** | **Selbständige Unterdecken** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **ohne Raumabschluss**[1] | **mit Raumabschluss**[1] | | | | |
| Feuerhemmend | R 30 | REI 30 | EI 30 | E 30 (i→o) und EI 30-ef (i←o) | REI 30 | EI 30(a↔b) |
| | [F 30] | [F 30] | [F 30] | [W 30] | | [F 30] |
| Hochfeuerhemmend | R 60 | REI 60 | EI 60 | E 60 (i→o) und EI 60-ef (i←o) | | EI 60(a↔b) |
| | [F 60] | [F 60] | [F 60] | [W 60] | | [F 60] |
| Feuerbeständig | R 90 | REI 90 | EI 90 | E 90 (i→o) und EI 90-ef (i←o) | | EI 90(a↔b) |
| | [F 90] | [F 90] | [F 90] | [W 90] | | [F 90] |
| Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Min. | R120 | REI 120 | - | - | | - |
| | [F 120] | [F 120] | | | | |
| Brandwand | - | REI 90-M | EI 90-M | - | - | - |
| Komplextrennwand | - | REI 180-M[GDV] | RE 180-M[GDV] | - | - | - |

[1] Für die mit reaktiven Brandschutzsystemen beschichteten Stahlbauteile ist die Angabe IncSlow gemäß DIN EN 13501-2 zusätzlich erforderlich.

[GDV] Die Anforderungen an die Standfestigkeit von Komplextrennwänden bei der Stoßbeanspruchung sind im vom Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV) herausgegebenen Merkblatt VdS 2243 beschrieben.

*Hinweis: Werte in eckigen Klammern geben die Bezeichnung der Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 wieder.*

ENTWURF

**Tabelle M.6:** Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach DIN EN 13501-2 und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380

| Anforderungen nach VdS 2380 | Sonderbauteil | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Feuerschutzabschlüsse[1] (auch in Förderanlagen) | | Rauchschutztüren[1] | Abschottungen | | Lüftungsleitungen | Klappen in Lüftungsleitungen | Installationsschächte und -kanäle | elektr. Leitungsanlagen mit Funktionserhalt | Abgasanlagen | Brandschutzverglasungen[2] | Fahrschachttüren in feuerwiderstandsfähigen Fahrschachtwänden[6] |
| | ohne Rauchschutz | mit Rauchschutz | | Kabel | Rohr | | | | | | | |
| **feuerhemmend** | $EI_2$ 30- C | $EI_2$ 30-C..$S_m$ | - | EI 30 | EI 30-U/U[3]<br>EI 30-C/U[4] | EI 30<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$)-S | EI 30<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$) –S | EI 30<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$) | P 30 | EI 30(i↔o)-O<br>oder<br>EI 30 (i↔o) und Gxx[5] | E 30 | E 30 |
| | [T 30] | [T 30- RS] | - | [S 30] | [R 30] | [L 30] | [K 30] | [I 30] | [E 30] | | [G 30] | |
| **Hochfeuerhemmend** | $EI_2$ 60-C.. | $EI_2$ 60-C..$S_m$ | - | EI 60 | EI 60-U/U[3]<br>EI 60-C/U[4] | EI 60<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$)-S | EI 60<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$)- S | EI 60<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$) | P 60 | EI 60 (i↔o)-O<br>oder<br>EI 60 (i↔o) und Gxx[5] | E 60 | E 60 |
| | [T 60] | [T 60- RS] | - | [S 60] | [R 60] | [L 60] | [K 60] | [I 60] | [E 60] | | [G 60] | |
| **feuerbeständig** | $EI_2$ 90-C.. | $EI_2$ 90-C..$S_m$ | - | EI 90 | EI 90-U/U[3]<br>EI 90-C/U[4] | EI 90<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$) S | EI 90<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$)-S | EI 90<br>($v_e h_o i \leftrightarrow o$) | P 90 | EI 90 (i↔o)-O<br>oder<br>EI 90 (i↔o) und Gxx[5] | E 90 | E 90 |
| | [T 90] | [T 90- RS] | - | [S 90] | [R 90] | [L 90] | [K 90] | [I 90] | [E 90] | | [G 90] | |
| **Feuerwiderstandsdauer 120 Min.** | - | - | - | EI 120 | EI 120-U/U[3]<br>EI 120-C/U[4] | - | - | - | - | | - | - |
| | | | | [S 120] | [R 120] | - | - | - | | | | |
| **rauchdicht und selbstschließend** | - | - | $S_m$-C..<br>[RS] | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

[1] Festlegungen zur Lastspielzahl für die Dauerfunktionsprüfungen werden noch getroffen.

[2] Brandschutzverglasungen nach dieser Tabelle sind nicht als feuerhemmend, hochfeuerhemmend oder feuerbeständig zu verwenden; Brandschutzverglasungen, bei denen eine Übertragung von Feuer und Wärme über eine bestimmte Dauer (Feuerwiderstandsdauer) verhindert wird, werden wie nichttragende Bauteile nach Tabelle XX. 6 klassifiziert

[3] Für die Abschottung von brennbaren Rohren oder Rohren mit einem Schmelzpunkt < 1000 °C; für Trinkwasser-, Heiz- und Kälteleitungen mit Durchmessern ≤ 110 mm ist auch die Klasse EI ...-U/C zulässig.

[4] Für die Abschottung von nichtbrennbaren Rohren mit einem Schmelzpunkt ≥ 1000 °C.

[5] Anwendung der Klasse in Verbindung mit G nur bei festen Brennstoffen; Russbrandbeständigkeit G mit Angabe eines Abstanden in mm zu brennbare Baustoffen (gemäß Prüfung).

[6] Fahrschachtabschlüsse nach dieser Tabelle zum Einbau in feuerhemmende, hochfeuerhemmende oder feuerbeständige Fahrschachtwände erfüllen die Anforderungen an den Raumabschluss und sind nach DIN EN 81-58 zu klassifizieren; eine Übertragung von Wärme wird nicht behindert; die konstruktiven Randbedingungen nach Bauregelliste A Teil 1, Anlage 6.1 sind sinngemäß zu beachten.

ENTWURF

**Tabelle M.7:** Feuerwiderstandsklassen von Sonderbauteilen nach DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501-4 und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380

# Anhang N Ausblasbescheinigung

Errichterfirma: .....

Projekt: .....

Es wird bestätigt, dass die Rohre zum Zweck der Reinigung folgendermaßen behandelt wurden:

- Vor der Verlegung: Verunreinigungen, Bearbeitungsöl und Späne wurden entfernt und zusätzlich die Rohre innen ausgeblasen.
- Nach der Verlegung, jedoch vor der Montage der Düsen wurden die Rohre sorgfältig mit Druckluft o.ä. ausgeblasen.[9]

..... .....
Firmenstempel Datum, Unterschrift

ENTWURF

[9] *Diese Maßnahme ist im Zuge der Instandhaltung in regelmäßigen Abständen zu wiederholen.*

# Anhang O Muster Einweisungsbescheinigung

Einweisungsbescheinigung[10]

Bauvorhaben: .....

.....

Auftrags-Nr.:/Anlagen-Nr.:.....

Durch unsere Unterschrift bestätigen wir die ordnungsgemäße Einweisung in die Bedienung der Gaslöschanlage. Die Einweisung erfolgte auf der Basis der folgenden Unterlagen, die im Zuge der Einweisung übergeben wurden:

☐ Betriebsanleitung der Gaslöschanlage/Löschgas .....

☐ Bereichsübersichtsplan der Schutzbereiche/Flutungsbereiche

☐ Betriebsbuch für Löschgas- und Pulver-Löschanlagen, VdS 2240

Die Anlage wurde für die Dauer der Einweisung in Betrieb genommen.

Funktion, Bedienung und Instandhaltung der Anlage wurden erläutert.

Des weiteren bestätigen die eingewiesenen Personen durch ihre Unterschrift ihre Betriebsangehörigkeit.

ENTWURF

[10] Der Betreiber ist verpflichtet einen verantwortlichen Betriebsangehörigen sowie einen Stellvertreter zu benennen. (vgl. VdS 2093, VdS 2380 und VdS 2381) Die verantwortlichen Betriebsangehörigen haben für die Einhaltung der Bedienungs- und Instandhaltungsanweisungen des Errichters und die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zu sorgen. Diese Personen müssen durch den Errichter in den Betrieb der Anlage eingewiesen werden. Die laufende Überwachung der Gaslöschanlage durch Nicht-Betriebsangehörige bzw. beauftragte Fremdfirmen befreit nicht von der Verpflichtung, einen verantwortlichen Betriebs-angehörigen zur Verfügung zu stellen.Im Flutungsbereich oder in angrenzenden Bereichen beschäftigte Personen müssen sorgfältig und regelmäßig vom Betreiber in die vor, während und nach einer Flutung zu treffende Maßnahmen eingewiesen und darin ausgebildet werden. Notwendige Arbeiten zur Erhaltung der Betriebsbereitschaft der Gaslöschanlage, wie Änderungen, Reparaturen und Instandhaltungen dürfen nur von einer dafür anerkannten Errichterfirma ausgeführt werden.

**1. Name der einweisenden Person(en)**

| | | |
|---|---|---|
| ..... | ..... | ..... |
| Name | Firma | Datum, Unterschrift |
| ..... | ..... | ..... |
| Name | Firma | Datum, Unterschrift |

**2. Namen der eingewiesenen Personen**

| | | |
|---|---|---|
| ..... | ..... | ..... |
| Name | Firma | Datum, Unterschrift |
| ..... | ..... | ..... |
| Name | Firma | Datum, Unterschrift |
| ..... | ..... | ..... |
| Name | Firma | Datum, Unterschrift |

| | |
|---|---|
| ..... | ..... |
| NN (**Verantwortl.** Betriebsangehöriger) | NN (Betreiber) |
| ..... | ..... |
| NN (**Stellv**. verantwortl. Betriebsangehöriger) | NN (Betreiber) |

ENTWURF

# Anhang P Muster Übergabe- und/oder Abnahmebescheinigung

## Übergabe- und/oder Abnahmebescheinigung

**(Gefahrenübergang gemäß VOB/VOL)**

Bauvorhaben: .....

.....

Auftrags-Nr.:/Anlagen-Nr.:.....

Wir bescheinigen hiermit, dass wir die, durch die Errichterfirma .....…….. eingebaute Gaslöschanlage, in ordnungsgemäßen und betriebsbereitem Zustand übernommen haben.

Die Gaslöschanlage wurde am ..... durch ..... von der Errichterfirma ..... an den Auftraggeber/Betreiber, vertreten durch ..... betriebsbereit übergeben.

Löschgas:

☐ $CO_2$-Hochdruck ☐ $CO_2$-Niederdruck

☐ IG 55/IG-01 ☐ IG 100/Stickstoff

☐ IG-541/Inergen ☐ IG 55/Argonite

☐ HFC 227ea/FM 200 ☐ FK 5-1-12/NOVEC 1230

☐ Stopptaster

☐ Vorwarnzeit ..... s

☐ Die Anlage arbeitet in all ihren Bestandteilen richtig. Undichtheiten oder sonstige Mängel haben sich nicht gezeigt. Mängel an der Ausführung wurden nicht festgestellt.

☐ Es ergaben sich Beanstandungen (Auflistung siehe unten)

**Durch unsere Unterschrift bestätigen wir**

☐ die Übergabe mit Gefahrübergang an den Auftraggeber/Betreiber

☐ die Abnahme mit Gefahrübergang an den Auftraggeber/ Betreiber

der Gaslöschanlage in ordnungsgemäßem/mangelfreiem Zustand

**nach Einweisung des**

☐ Kunden ☐ Bedienungspersonals.

ENTWURF

☐ Beginn der Gewährleistung ..... (Datum der Übergabe)

☐ Anderer Beginn (bzw. nach Vertrag) am .....

☐ Die Funktion der Anlage wurde vorgeführt. Bedienung und Instandhaltung der Anlage wurden erläutert.

☐ Einweisung: siehe Einweisungsbescheinigung vom ..... (Datum)

**Übergebene Papiere**

☐ Bedienungsanleitung

☐ Betriebsbuch

☐ Bereichsübersichtsplan

☐ Revisionsunterlagen(.....-fach)

☐ Protokoll der Erstprüfung

☐ Dokumentation der Löschgaskonzentrationen

☐ .....

**Die Brandschutzanlage läuft ab Datum dieser Abnahme auf Gefahr des Bauherrn/ Auftraggebers.**

Seitens des Auftraggebers ergaben sich keine/folgende Beanstandungen:

.....

.....

.....

Besondere Hinweise:

.....

.....

.....

| | | |
|---|---|---|
| ..... | ..... | ..... |
| Errichterfirma | Name des Beauftragten | Datum, Unterschrift |
| ..... | ..... | ..... |
| Auftraggeber | Name des Beauftragten | Datum, Unterschrift |
| ..... | ..... | ..... |
| Betreiber | Name des Beauftragten | Datum, Unterschrift |

ENTWURF

# Anhang Q Modell zur Berechnung der Verdampfungslänge

Das Modell der Strahlverdampfung stützt sich auf Bilanzierungen der Erhaltungsgrößen Teilchenzahl, Energie und Strahlimpuls. Es wird bewusst auf eine detaillierte Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Flüssigkeitströpfchen und Gasphase verzichtet, da die erforderlichen Daten (Größenspektren der Tröpfchen) nicht verfügbar sind und die Betrachtung nur unwesentlichen Einfluss auf die Verdampfungslänge hat, solange die Anlagen richtlinienkonform aufgebaut sind.

Eine weitere Vereinfachung ist der Verzicht auf die Berechnung turbulenter Strömungen, die während des Ausströmens entstehen. Stattdessen wird ein fester Freistrahlwinkel von 7° (halber Öffnungswinkel) angesetzt, der die Luftzumischung bestimmt. Dieser Winkel (für Freistrahlen üblich sind Winkel von 5°…10°) wurde in Ausströmtests ermittelt. Die stärkere Expansion des Strahls direkt nach Austritt aus der Düse wird berücksichtigt, indem ein Nahbereich vor der Düse angenommen wird, in dem keine Luftzumischung stattfindet. Die zugemischte Luft wird als zu 100% aus Stickstoff bestehend angenommen.

Für das Berechnen der Verdampfungslänge wird der Freistrahl in Strahlrichtung in Zonen aufgeteilt, die nacheinander durchlaufen werden. Wird in einer Zone festgestellt, dass mehr als 95 % des FK-5-1-12 verdampft sind, so wird die Entfernung der aktuellen Zone zur Düsenöffnung als Verdampfungslänge ausgegeben. Eine maximale Verdampfungslänge ist außerdem durch die Düsenöffnung vorgegeben. Dieser Wert beruht auf Erfahrungen und begrenzt das Modell zusätzlich.

In jeder Zone werden die folgenden Schritte abgearbeitet:

[1] Die *lokale Strahlgeschwindigkeit* wird aus dem Gesamt-Massenfluss und dem Strahlimpuls (Erhaltungsgröße) ermittelt.

[2] *Iteration der Luft-(Stickstoff)-Zumischung*: Die lokale Stickstoff-Zumischung wird aus lokaler Strahlgeschwindigkeit, Strahl-Aufweitung (Freistrahlwinkel, Differenz zu vorheriger Zone) und Dichte der Strahl-Gasphase ermittelt.

[3] *Iteration der Strahltemperatur*: Die Menge an verdampftem FK-5-1-12 wird aus dem Sättigungs-Dampfdruck des FK-5-1-12 bei lokaler Strahltemperatur ermittelt. Der zugemischte Stickstoffs liefert einen Teil der erforderlichen Verdampfungswärme, der Rest wird durch Verringerung der Strahltemperatur aufgebracht.

[4] Die nächste Zone erhält somit folgende geänderte Werte: Temperatur, Verhältnis FK-5-1-12 flüssig/gasförmig (Abbruchbedingung), Massenfluss Stickstoff und Gesamt-Massenfluss.

Die Resultate dieses Modells können in guter Näherung analytisch beschrieben werden. Die erforderlichen Größen sind

$w$ Austrittsgeschwindigkeit

$\dot{m}$ Massenstrom durch die Düsenöffnung

$d$ Durchmesser der Düsenöffnung

ENTWURF

Die Verdampfungslänge $L_V$ ist jeweils der kleinere der beiden Werte:

– 50-bar-Bevorratung: $$L_V = \begin{cases} 0{,}10\,\mathrm{m} + \sqrt{156\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg}}\,\frac{\dot{m}}{w}} \\ 0{,}38\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{mm}} \times d \end{cases} \quad \text{(Q-1)}$$

– 42-bar-Bevorratung: $$L_V = \begin{cases} 0{,}09\,\mathrm{m} + \sqrt{132\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg}}\,\frac{\dot{m}}{w}} \\ 0{,}38\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{mm}} \times d \end{cases} \quad \text{(Q-2)}$$

– 25-bar-Bevorratung: $$L_V = \begin{cases} 0{,}26\,\mathrm{m} + \sqrt{77{,}8\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg}}\,\frac{\dot{m}}{w}} \\ 0{,}38\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{mm}} \times d \end{cases} \quad \text{(Q-3)}$$

ENTWURF

# Tabellenverzeichnis

**Tabelle 1.1:** Löschgase ..... 11
**Tabelle 6.1:** Mindestanforderungen an Rohre und Fittings ..... 41
**Tabelle 6.2:** Qualität der Rohre, Fittings, der Steuerleitung und des Verteilernetzes ..... 42
**Tabelle 6.3:** Rohrhalterungen ..... 45
**Tabelle 6.4:** Rohrhalterungsabstände ..... 46
**Tabelle 6.5:** Mindestzugtragfähigkeit und Mindestgewindeanschluss ..... 46
**Tabelle B.1:** Reinheitsanforderungen ..... 72
**Tabelle B.2:** Physikalische Eigenschaften ..... 72
**Tabelle C.1:** Auslegungskonzentrationen für brennbare Flüssigkeiten in Vol.-% Löschgas ..... 74
**Tabelle C.2:** Auslegungskonzentrationen für spezielle Einrichtungen in Vol.-% Löschgas ..... 74
**Tabelle C.3:** Brennbare Flüssigkeiten ..... 75
**Tabelle C.4:** Spezielle Einrichtungen ..... 76
**Tabelle C.5:** Feste Brandstoffe ..... 76
**Tabelle C.6:** Brennbare Flüssigkeiten ..... 76
**Tabelle C.7:** Spezielle Einrichtungen ..... 77
**Tabelle C.8:** Feste Brandstoffe ..... 77
**Tabelle G.1:** Spezifikation n-Heptan ..... 90
**Tabelle G.2:** Eigenschaften der Kunststoffe ..... 95
**Tabelle H.1:** Schutzziel einer Gaslöschanlage und Anforderung an die Abtrennung ..... 99
**Tabelle M.1:** Zusatzkennzeichnungen des Brandverhaltens ..... 129
**Tabelle M.2:** Baustoffklassen nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 (ausgenommen Bodenbeläge) und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380 ..... 130
**Tabelle M.3:** Baustoffklassen für Bodenbeläge nach DIN 4102-1 und DIN EN 13501-1 und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380 ..... 131
**Tabelle M.5:** Europäische Leistungsklassen, Kriterien und Anwendungsbereiche zum Feuerwiderstand nach DIN EN 13501-2 und DIN EN 13501-3 ..... 132
**Tabelle M.6:** Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach DIN EN 13501-2 und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380 ..... 133
**Tabelle M.7:** Feuerwiderstandsklassen von Sonderbauteilen nach DIN EN 13501-2, DIN EN 13501-3 und DIN EN 13501-4 und ihre Zuordnung zu den Anforderungen nach VdS 2380 ..... 133

ENTWURF

# Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 5-1:** Abschlüsse von Flutungsbereichen ..... 35
**Abbildung 5-2:** Zur Definition Gefährdungsbereich, Schutzbereich, Flutungsbereich, Berechnungsbereich ..... 35
**Abbildung 5-3:** Maximale Löschgasmenge ..... 36
**Abbildung 6-1:** Mindestabstände (Seitenansicht und Draufsicht) ..... 49
**Abbildung A-1:** Abmessungen 483 mm – Rack ..... 63
**Abbildung A-2:** Beispiel Klimatisierung Racks ..... 64
**Abbildung A-3:** Betriebsmittelabschaltung zwischen Detektion und Flutungsbeginn ..... 68
**Abbildung A-4:** Mögliche Betriebsmittelabschaltung in IT-Räumen nach Flutungsbeginn, aber vor Erreichen der halben Haltezeit. ..... 68
**Abbildung A-5:** Beispiel – Kaltgangeinhausung (Links) und Warmgangeinhausung (Rechts) ..... 69
**Abbildung B-1:** Gasdichte und spezifisches Volumen von FK-5-1-12 ..... 73
**Abbildung B-2:** Gasdichte und spezifisches Volumen von HFC-227ea ..... 73
**Abbildung F-1:** Cup-Burner-Prüfeinrichtung – Maße in mm – ..... 82
**Abbildung G-1:** Drauf- und Seitenansicht für die Anordnung der Messstellen – nicht maßstäblich – Maße in mm ..... 88
**Abbildung G-2:** Bild der Wanne für Versuche mit Holzstoß und n-Heptan ..... 91
**Abbildung G-3:** Kunststoff-Brandobjekt ..... 96
**Abbildung G-4:** Anordnung der äußeren Prallbleche für die Kunststoff-Versuche ..... 96
**Abbildung J-1:** Korrekturfaktor $KG$ ..... 106
**Abbildung K-1:** Beispiel - Druckabfall zwischen Flutungsbereich, Sekundärraum und Umgebung ..... 113

ENTWURF

# Indexverzeichnis

***A***

Abstand ..... 22, 45, 46, 47, 53, 57, 91, 96
**Alarm** ..... 16, 19, 52, 60
Alarmierung ..... 12, 13, 16, 29, 30, 52, 60, 109
**Alarmierungseinrichtung** ..... 16, 52
Alarmmittel ..... 12, 16, 17, 53, 58, 79
Alarmorganisation ..... 13, 17, 30
**Alarmsignal** ..... 16, 53
Alarmzustand ..... 16
Anerkennung ..... 9, 13, 16, 17, 58
**Ansteuereinrichtung** ..... 17, 32
Ansteuerung ..... 12, 13, 16, 17, 24, 30, 50, 51, 52, 59, 110
**Arbeits- und Verkehrsbereich** ..... 17
Aufbauflutung ..... 20
Auslegungskonzentration ..... 11, 17, 19, 20, 21, 22, 27, 31, 34, 36, 39, ..... 74, 75, 76, 77, 80, 81, 84, 92, 94, 97, 108
Auslöseeinrichtung ..... 12, 17, 51, 54, 67, 79
**Auslösen** ..... 17, 21, 51, 58
Auslösung ..... 12, 17, 20, 21, 22, 29, 39, 43, 50, 51, 53, 55, ^ ..... 57, 60, 66, 67, 91, 92, 94, 97, 109, 117, 118
**Automatischer Brandmelder** ..... 17

***B***

**Behälterventil** ..... 17, 41, 47
**Berechnungsbereich** ..... 18, 19, 27, 34, 35, 74
Bereichsventil ..... 17, 18, 41
**Betriebsdruck** ..... 18, 49
Blockiereinrichtung ..... 10, 18, 52, 60, 109
**Branderkennungseinrichtung** ..... 18
**Branderkennungselemente** ..... 18, 26, 50, 51, 79
**Brandkenngröße** ..... 18
**Brandmeldeanlage** ..... 18, 22, 23, 50, 54
Brandmelder ..... 18, 24, 51
Brandmelderzentrale ..... 18, 57, 61
Brandmeldezustand ..... 24
Brandstoffe ..... 13, 18, 74, 76, 77, 81, 95
**Brennbar** ..... 18

***D***

**Druckbehälter** ..... 19, 37
**Druckentlastungseinrichtung** ..... 19, 84, 107, 109, 110, 111
**Druckgasbehälter** ..... 19, 22, 24
**Druckgerät** ..... 19

ENTWURF

## *E*

Einrichtung ..... 17, 18, 19, 21, 22, 24, 31, 43, 51, 53, 70, 74, 76, 77, 99, 101, 109, 117
Einrichtungsschutz ..... 16, 19, 22, 70, 109
**Einrichtungsschutzanlage** ..... 19, 32
Einsatzmenge ..... 18, 19, 21, 24, 27, 32, 33, 36, 54, 55, 74
Einwirkzeit ..... 89, 92, 97, 98
Errichter ..... 13, 19, 28, 30, 40, 56, 59, 109, 136

## *F*

**Falschalarm** ..... 19
Fernalarm ..... 16, 19
**Feuerbeständig** ..... 19, 100
**Feuerhemmend** ..... 19
Feuerlöschanlage ..... 9, 18, 19, 20, 21, 22, 31, 53, 83, 110
**Feuerlöschanlagenzentrale** ..... 19, 37, 38, 39, 61
Flutung ..... 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 31, 34, 51, 52, 54, 55, 56, 75, 84, 86, 89, 90, 92, 95, 97, 98, 109, 136
Flutungsbereich ..... 18, 20, 21, 24, 26, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 47, 51, 52, 56, 60, 75, 106, 136
**Flutungszeit** ..... 20, 21, 27, 36, 39, 89
**Freigabe des Löschmittels** ..... 20, 24, 28
**Füllfaktor** ..... 20

## *G*

Gaslöschanlage ..... 10, 13, 20, 25, 31, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 99, 109, 111, 136, 138
Gasphase ..... 83, 89
Gefährdungsbereich ..... 18, 20, 29, 30, 35, 109
**Gefahrenmeldeanlage** ..... 20

## *H*

**Halteflutung** ..... 20
**Halteflutungszeit** ..... 20
**Haltezeit** . 21, 31, 32, 39, 55, 56, 67, 74, 99, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128
**Handauslösung** ..... 21

## *I*

Inertgas ..... 21
**Inspektion** ..... 21
**Instandhaltung** ..... 21, 58, 135

ENTWURF

## *L*

**Löschalarm** ..... 21
**Löschbefehl** ..... 21, 24
Löschbereich ..... 19, 20, 21, 24, 29
**Löschgasmenge** ..... 21, 22, 24, 33, 35, 36, 39, 128
**Löschkonzentration** ..... 21, 56, 74, 75, 76, 77, 80, 84, 97, 121
Löschmittel ..... 17, 19, 22, 29, 30, 34, 80, 83, 121
Löschmittel-Einsatzmenge ..... 34

## *M*

Meldegruppe ..... 60

## *N*

**Nichtbrennbar** ..... 22

## *O*

**Oberflächenbrand** ..... 22, 23

## *R*

Raumhöhe ..... 21, 22, 39, 50, 55, 109
**Raumschutzanlage** ..... 22, 70, 108
**Reservemenge** ..... 22, 36, 37

## *S*

Schutzbereich ..... 12, 19, 22, 26, 35, 51, 81, 99, 100, 101
**Sicherheitsfaktor** ..... 22, 97
**Signalgeber** ..... 22
**Steuerbehälter** ..... 22, 54
Steuereinrichtung ..... 12, 17, 19, 21, 22, 57, 110
**Stopptaster** ..... 23, 138
**Störungsmeldung** ..... 23, 61, 62
System ..... 13, 18, 23, 58, 59, 79, 110

## *T*

Tiefsitzender Brand ..... 22, 23

## *U*

**üblicherweise mit Personen besetzter Bereich** ..... 23
**üblicherweise unbesetzter Bereich** ..... 23

ENTWURF

## *V*

**VdS 3518** ..... 16, 20, 23, 25, 28, 29, 51, 63
**VdS-Anerkennung** ..... 23
**Verzögerte Auslösung** ..... 24
Verzögerungseinrichtung ..... 12, 24, 51, 52, 58, 59
Verzögerungszeit ..... 24, 59
Vorratsbehälter ..... 19, 20, 24, 27, 38
Vorratsmenge ..... 22, 24, 27, 36
Vorwarnzeit ..... 23, 24, 51, 60, 61, 138

## *Z*

zugelassen ..... 46, 47
**Zuschlagmenge** ..... 24
zuständige Stelle ..... 56
**Zuständige Stellen** ..... 24
Zweimelderabhängigkeit ..... 24
**Zweimeldungsabhängigkeit Typ B** ..... 24

ENTWURF